المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم العالي

جامعة أم القرى

كلية العلوم الاجتماعية

قسم الجغرافيا

تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم

دراسة مقدمة إلى قسم الجغرافيا كمتطلب تكميلي لنيل درجة الماجستير في الجغرافيا

إعداد الطالبة:

آمنه بنت أحمد بن محمد علاجي

الرقم الجامعي/٤٢٦٨٠٠١٦

إشراف:

أ.د. سعد أبوراس الغامدي

الفصل الدراسي الثاني

١٤٣١هـ/٢٠١٠م

تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم

ملخص البحث

هدفت هذه الدراسة إلى بناء قاعدة معلومات للخصائص المورفومترية في حوض وادي يلملم وذلك من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام مجموعة من برامج نظم المعلومات الجغرافية والتي تتكامل معاً للخروج بعدد كبير من المتغيرات والقياسات المورفومترية، والمتمثلة في كلٍ من برنامج ArcMap 9.2، TauDEM، WMS، Global Mapper كبرامج أساسية وبرامج أخرى مساندة لها مثل 3DEM، Xtool Pro وغيرها، وذلك للوصول إلى فهم لمدلولاتها الهيدرولوجية وبالتالي فهم حركة المياه على سطح الحوض، وقد اعتمدت الدراسة على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي بدقة ٣٠متراً إضافة إلى مجموعة من الخرائط والمرئيات الفضائية.

وقد اشتملت الدراسة أربعة فصول، احتوى الفصل الأول على تعريف بموضوع الدراسة ومنطقتها إضافة إلى الإطار النظري والدراسات السابقة، وركز الفصل الثاني على استخلاص شبكة التصريف في الحوض وبناء قاعدة معلومات للخصائص المساحية والشكلية، والخصائص التضاريسية، ثم الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف، بينما تضمن الفصل الثالث المدلولات الهيدرولوجية للخصائص المورفومترية في الحوض، والفصل الرابع اشتمل على النتائج والتوصيات، واشتملت الدراسة كذلك على قائمة للمراجع والملاحق.

وقد توصلت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية في الحوض والوصول إلى المدلول الهيدرولوجي لها عن طريق دراسة الارتباط بين الخصائص المورفومترية وبعض المتغيرات الهيدرولوجية، كما توصلت الدراسة إلى أن الحوض ذو شكل مثلث قاعدته في المنابع ورأسه في المصب وانه يميل إلى الاستطالة مما يقلل من احتمال حدوث الفيضان في أدنى الحوض وقد أكد ذلك مجموعة الخصائص المورفومترية والمتغيرات الهيدرولوجية الأخرى، كما اتضح من الدراسة أن الحوض متقدم في دورته التحاتية إذ سويت معظم تضاريس الحوض الأوسط والأدنى بينما الحوض الأعلى لازال يتميز بتضاريس معقدة.

وقد أوصت الدراسة إلى الإعتماد على الخصائص المورفومترية للوصول إلى المدلولات الهيدرولوجية في ظل غياب محطات القياس الهيدرومترية، وكذلك ضرورة تنظيم التدفق في الأحواض التي ترتفع فيها احتمالات حدوث الفيضان عن طريق إقامة الحواجز والسدود ومناطق تجمع للمياه أسفل الأحواض.

الطالبة	المشرف على الرسالة	عميد كلية العلوم الإجتماعية
آمنه بنت احمد علاجي	أ.د سعد بن سعيد ابوراس الغامدي	أ.د محمد بن مسفر القرني
التوقيع/	التوقيع/	التوقيع

Abstract

This study aimed at building data base of the morphometric properties in the basin of Yalamlam valley , through analyzing the digital elevation model (DEM) by using a group of geographical data systems programs , which integrated together in order to result in a large number of morphometric variances & measurements. They are represented in the programs of Global Mapper , WMS , TauDEM , ArcMap 9.2 as a basic programs & other supportive programs like Xtool pro , and 3DEM and others . This is done with the purpose to understand its hydrologic significances & consequently understanding the water movement on the surface of the base . The study depended on the data of the digital elevation model accurately 30 M . in addition to a group of maps & satellite images.

The study has for chapters . The first chapter has a definition of the issue of the study & its region , in addition to the theoretical frame & the previous studies . As for the second chapter , it concentrated on extracting the drainage network in the base , and building data base of the spatial , shape , terrain & morphometric prosperities of the drainage network . Concerning to the third chapter , it has the hydrologic significances of the morphometric prosperities in the base . As for the fourth chapter , it has the results & recommendations. Moreover, the study has a list of references & appendixes.

The study has reached to build data base of the morphometric properties in the base , and reaching to its hydrologic significance through studying the link between the morphometric prosperities & some of hydrologic variances . Moreover , the study has reached to that the base has the form of a triangle , it base is in the sources & its head is in the outlet . It tends to lengthening the thing that reduce the probability of flood in the base's lower . Some morphometric properties & the other hydrologic variances have assured that . Furthermore , its cleared from the study the base is advanced in its lower cycle , if the reliefs of the lower & middle base are flattened, whereas ,the higher base is still characterized by its complex reliefs. The study recommended that we should depend on the morphometric properties in order to reach to the hydrologic significances in the absence of the stations of hydrometric measurement . Also, the necessity of organizing the flow in the bases in which the percentage of occurring floods raises, through building barriers, dams & places for collecting water below the base.

شكر وتقدير

بسم الله والصلاة والسلام على رسول الله سيدنا ونبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين إلى يوم الدين، الحمد لله الذي بحمده تتم النعم، فلله الحمد والشكر أولاً وآخراً أن وفقني لإتمام هذه الدراسة، ثم الشكر والعرفان لأستاذي الفاضل الأستاذ الدكتور/ سعد ابوراس الغامدي على تفضله بالإشراف على هذه الرسالة، وتقديم النصح والإرشاد طوال مدة إعدادها مما سهل عليّ الكثير من الصعوبات، كما أتقدم بالشكر لعضوي لجنة المناقشة الدكتور/ سعيد سويلم التركي، والأستاذ الدكتور/ محمد سعيد البارودي على تفضلهما بمناقشة هذه الرسالة.

وأسمى معاني الشكر لمن أحاطوني برعايتهم ودعواتهم الصادقة والتي كانت دافعاً قوياً لإتمام هذه الدراسة، إلى والدي رحمه الله ووالدتي حفظها الله وأطال في عمرها، والشكر موصول لإخوتي وأخواتي على ما بذلوه من عطاء لا محدود ومساندةٍ لإنجاز هذه الرسالة، كما لا يفوتني أن أتقدم بكل الشكر والإمتنان لزوجي ورفيق دربي فكم أعطى من وقته وراحته وذلل جميع الصعوبات.

وأخيراً لا يسعني إلا أن أعم بالشكر لكل من ساندني داعيةً أن يجعل الله ما قدموه في موازين حسناتهم، وان يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم وان ينفع به الجميع انه على ذلك لقدير.

قائمة الموضوعات

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

الفصل الأول

المقدمة

أولاً: تمهيد

ثانياً: موضوع الدراسة وأهميتها

ثالثاً: مشكلة الدراسة

رابعاً: تساؤلات الدراسة

خامساً: أهداف الدراسة

سادساً: منطقة الدراسة

سابعاً: منهج الدراسة وأسلوبها

ثامناً: الإطار النظري

تاسعاً: الدراسات السابقة

أولاً: تمهيد

الجيومورفولوجيا هو العلم الذي يقوم بوصف مظاهر وأشكال سطح الأرض من حيث الارتفاع والانخفاض، والأصل والنشأة والتكوين الجيولوجي، ودراسة العمليات الجيومورفولوجية التي أسهمت في صياغة وتشكيل أشكال الأرض مثل الانجراف والتعرية والتجوية. واستخدام المعايير والمقاييس المختلفة بدقة، لقياس العمليات الجيومورفولوجية ومسح مظاهر الأرض للاستفادة منها في التنقيب عن الثروات المعدنية والطبيعية ومعالجة الأخطار الطبيعية المتعددة.

وبذلك فالجيومورفولوجيا ليست مجرد فرع من فروع الجغرافيا بل هي الفرع الأساسي لعلم الجغرافيا، حيث أن جميع الأحداث والظواهر على سطح الأرض تتصل مباشرة بسطح الأرض والذي يوضح هذه الظواهر هو البحث في علم الجيومورفولوجيا. والبعد التطبيقي لهذا العلم (الجيومورفولوجيا التطبيقية) يتمثل بشكل رئيسي في الدراسات الجيومورفولوجية الموجهة لخدمة الإنسان.

وتعد القياسات المورفومترية احد أهم التطبيقات الجيومورفولوجية، ويعرف المورفومتري بأنه علم قياس الخصائص الهندسية لسطح الأرض الناتجة عن نظام التعرية النهرية (الغامدي،١٤٢٧هـ، ص٣).

والواقع أن وسائل التحليل المورفومتري قد بدأت تأخذ مكاناً هاماً في الدراسات والبحوث الجيومورفولوجية المختلفة وتحل بشكل سريع محل وسائل وأساليب الوصف التقليدية وخاصة فيما يختص بتحليل شبكات التصريف والنهرية والسفوح والأحواض والأنهار وأشكال الإرساب الرملي والأشكال الساحلية والعمليات المؤثرة فيها (محسوب،١٩٩٧م،ص٢٠٢).

وتعتبر القياسات المورفومترية قاعدة البيانات الكمية الضرورية لأية دراسة تهدف إلى تصميم النماذج الجيومورفولوجية الديناميكية أو النماذج الهيدرولوجية بأحواض التصريف لأنها توفر القياسات الضرورية للأشكال الأرضية التي تجعل تصميم النماذج الرياضية والمخبرية المناسبة لها أمراً ممكناً من الناحية التطبيقية، ويقدم التحليل المورفومتري كثيراً من المعطيات الكمية المتعلقة بعناصر الشبكة المائية المختلفة من حيث نوع وشكل وعدد المتغيرات المورفومترية المركبة لها. ونظراً للإرتباط الكبير بين خصائص الشبكة المائية والخصائص الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لأحواض التصريف

فان دقة التحليل المورفومتري تساعد كثيراً في استقصاء العديد من البيانات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لأحواض التصريف كما دلت عليه الكثير من الدراسات المماثلة (بوروبة، ١٤٢٣هـ).

ويمكن باستخدام التقنيات الحديثة كالاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية أن تكون القياسات المتعلقة بأحواض التصريف أكثر دقة وصحة ومقارنة بالأساليب التقليدية، فقد وجد الغامدي (١٤٢٥هـ) أن الطرق التقليدية المعتمدة على الخرائط الكنتورية وهي طريقتي الخط الأزرق والتحزز ذات نتائج غير دقيقة مقارنة باستخدام بيانات الأقمار الصناعية في استخلاص شبكة التصريف السطحي للمياه سواء من حيث عدد المجاري أو أطوالها، وقد تؤدي إلى نتائج قاصرة ومضللة، وفي دراسة للصالح (١٤١٩هـ) على حوضي عنان ومزيرعة حيث استخدم مرئيات محسنة لإستخلاص شبكة المجاري المائية ومقارنة ذلك بشبكة المجاري المائية المستخلصة من الخرائط الطبوغرافية، ووصل إلى أن عدداً كبيراً من المجاري المائية التي أظهرتها المرئيات المحسنة لم تظهرها الخرائط الطبوغرافية.

وتعد نماذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Models (DEM) من التقنيات الحديثة المرتبطة بنقاط الارتفاعات الأرضية وهي تعتبر بديلاً ناجحاً للخرائط الكنتورية ذات المقياس ١ : ٥٠٠٠٠، والتي تظهر في معظم الدراسات التي أجيزت في المنطقة العربية المتعلقة باستخلاص شبكة التصريف، وقد جرت الكثير من المحاولات الناجحة لإستخدام نماذج الارتفاعات الرقمية في استخلاص شبكة التصريف، وتحديد خصائص المجاري منذ نهاية الثمانينيات الميلادية إلى يومنا هذا (الغامدي، ١٤٢٧هـ، ص٧).

إن الخصائص المورفومترية لأي شبكة مائية تقدم مؤشرات هامة للخصائص الهيدرولوجية لحوض التصريف، وذلك للعلاقة القوية بين الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية، ولهذا نجد أن السيطرة على الفيضانات لا يمكن أن تتم دون فهم كاف للخصائص المورفومترية لأحواض التصريف في المنطقة.

ثانياً: موضوع الدراسة وأهميتها:

يتناول موضوع هذه الدراسة المدلول الهيدرولوجي للخصائص المورفومترية لحوض وادي يلملم، فالوادي يعتبر احد الأظهره المائية لمدينة مكة المكرمة، بالإضافة إلى اعتباره مخزوناً مائياً استراتيجياً متجدداً لمنطقة مكة المكرمة (الصبياني،١٤٢٥هـ)، وتتصف الدراسات الجيومورفولوجية في المملكة عموماً بافتقارها لمنهج التقنيات الحديثة في دراسة أحواض التصريف التي تتصف بالدقة وقلة الوقت والجهد، ومن هنا فان هذه الدراسة سوف تقدم نموذجاً تطبيقياً لنظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات لأحواض التصريف، مما يجعل هذه الدراسة تسهم مع بقية الدراسات السابقة في هذا المجال إسهاما علمياً يوضح جدوى وأهمية استخدام التقنيات الحديثة في الدراسات المائية المرتبطة بأحواض التصريف في المملكة.

ثالثاً: مشكلة الدراسة:

تعتبر دراسة أحواض التصريف من أهم الدراسات الجيومورفولوجية لأن أحواض التصريف هي أهم الظاهرات الجيومورفولوجية في المناطق الجافة، لهذا فهي تحظى باهتمام كبير، ولا يزال هناك فقر في الدراسات المتعلقة بخصائص أحواض التصريف والمتغيرات الهيدرولوجية، لهذا هناك حاجة ماسة لبناء قاعدة بيانات ضخمة للأحواض المائية عن طريق توظيف نظم المعلومات الجغرافية، ولم يحظ وادي يلملم بدراسات جيومورفولوجية أو مورفومترية أو هيدرولوجية كافية، والدراسات الموجودة ركزت على جانب هيدرولوجي محدود باستخدام نموذج سنايدر Snyder Method (Subyani & Bayumi, 2001) على ما في ذلك النموذج من قصور.

رابعاً: تساؤلات الدراسة:

١- ما هي أهم السمات الطبيعية والجيومورفولوجية لحوض وادي يلملم.

٢- ما هي الخصائص المورفومترية لحوض وادي يلملم.

٣- ما هي انعكاسات الخصائص المورفومترية لحوض وادي يلملم على الخصائص الهيدرولوجية السطحية.

خامساً: أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة بشكل رئيس إلى دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي يلملم وإيجاد المدلول الهيدرولوجي لها بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية وعلى العلاقات الإرتباطية الإحصائية بين المتغيرات المورفومترية والهيدرولوجية، وهناك مجموعة من الأهداف التي لا بد من تحقيقها للوصول إلى الهدف الرئيسي وهي :

١- استخراج الخصائص المورفومترية لحوض وادي يلملم وتكوين قاعدة بيانات واسعة لهذا الحوض.

٢- دراسة العلاقات بين جميع متغيرات الحوض بما يخدم فهم هيدرولوجيته خاصة حركة المياه السطحية.

سادساً: منطقة الدراسة :

يلملَم ويقال ألملم - وأهل الديار لا يقولون إلا يلملم - وادي فحل من أودية مكة المكرمة متعدد الروافد كثير المياه، يأتي من السراة الواقعة على قرابة ٣٠كم جنوب غرب الطائف، ثم يندفع غرباً في انحدار عميق، فيمر بالسعدية ميقات أهل اليمن على الطريق التهامي ثم يصب في البحر جنوب جدة، ومن روافده الحشا ونيان والرضعة وتصيل ونمار والفرعة وفواق وضهياء وحثن والأزحاف وشكيل والخباره والرجع (البلادي،١٤٠٠هـ).

ويسكن يلملم قبيلتان، هما: الحجادلة من بني شعبة في أسفله، وفهم في أعلاه وتكاد تكون معظم روافد يلملم لهم، وتنقسم فهم إلى فرعين: الأول بالحارث وهم غير بالحارث جنوب الطائف، والثاني أهل القرنة (البلادي، ١٤٠٥هـ). يتبع وادي يلملم محافظة الليث والتي يبلغ عدد السكان فيها ١٠٩٩٥٣نسمة (مصلحة الإحصاءات العامة ١٤٢٥هـ). ويتركز السكان في المركز الحضري الرئيس في الحوض وهو مركز يلملم والقرى التابعة له وهي قليلة جداً ومنها قرية عواها (شكل رقم ١) وتتوزع في يلملم الخدمات، إذ يوجد فيه ٧ مدارس ابتدائية وابتدائية تحفيظ قرآن ومتوسطة وثانوية إضافة إلى معهد معلمات (www.makkah.gov.sa)، وكذلك هناك مركز رعاية صحية أولية

وخدمات عامة مثل مركز إداري للمياه ومكتب بريد وكذلك مقر فرع الإمارة (ملحق رقم ١). وهناك أيضا قرية السعدية والتي توجد في أسفل الوادي وبها مجموعة من الخدمات الأساسية.

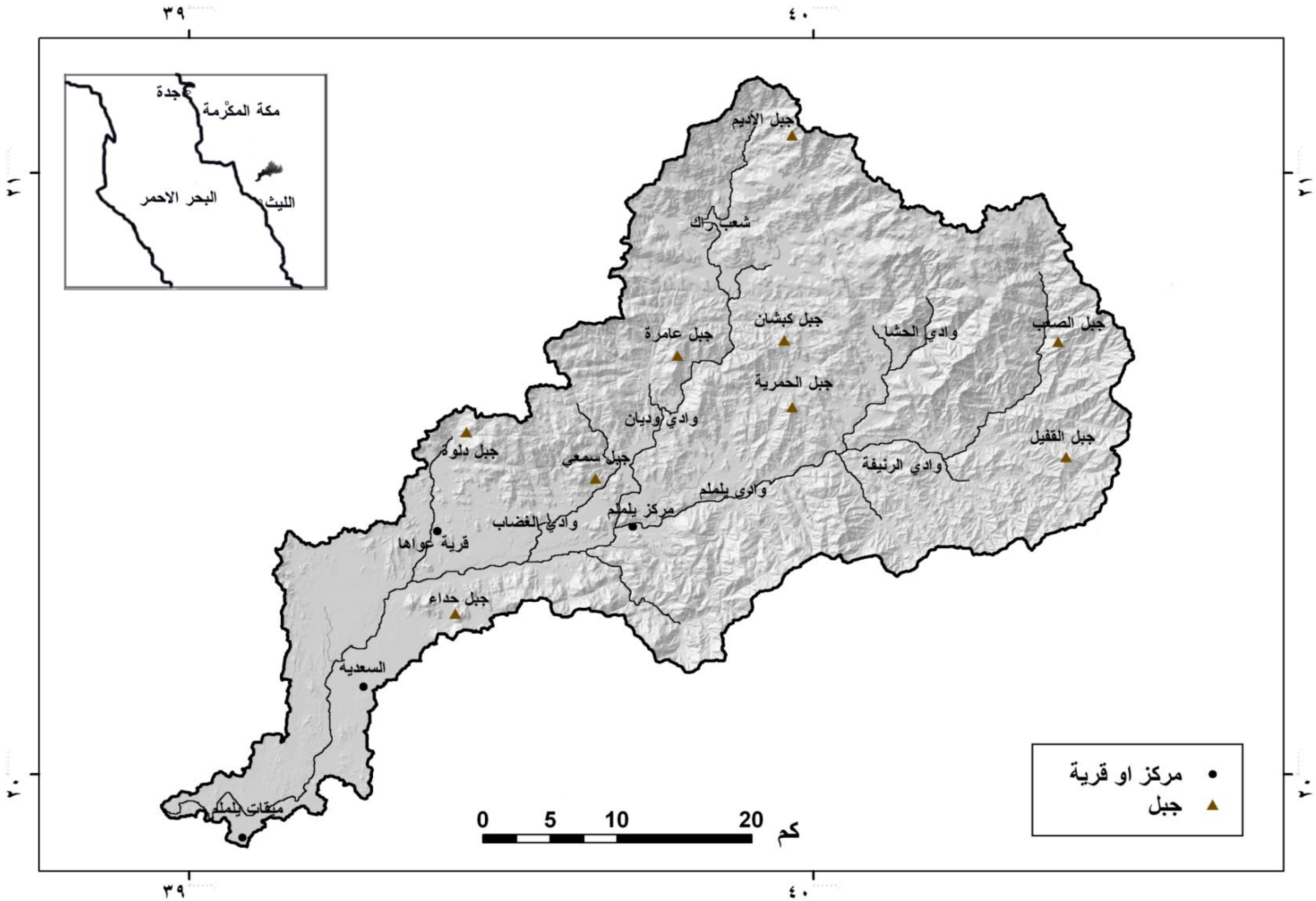
والحوض يتمتع بغنى في النبات الطبيعي (ملحق رقم ١)، والذي يتباين بشكل كبير في توزعه في الحوض إذ يتركز في وسط الحوض بكثافة عالية على طول المجرى، مما يدل على غنى المنطقة بالمياه الجوفية السطحية، بينما أعلى الحوض على المنحدرات توجد شجيرات قليلة متناثرة، وأدنى الحوض يكاد يختفي فيه النبات الطبيعي بينما توجد به بعض المزارع.

ويبعد وادي يلملم٧٠ كم جنوب غرب مدينة مكة ٣٠َ ٢٠° و ١٠َ ٢١° شمالاً وخطي طول ٤٥َ ٣٩° و ٣٠َ ٤٠° شرقاً (شكل رقم ١)، وبالتالي فهو يغطي مساحة قدرها نحو ١٦٣٩,١٥كم٢، وبطول يصل إلى ٨٠ كم.

ويعد وادي يلملم جزءاً من منحدرات جبال الحجاز في الدرع العربي والذي يمتد من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، ويحده شرقاً خط تقسيم المياه بمنطقة الشفا، ويسيل الوادي من جبل أم الحِصْن وترفده روافد صغيره تنحدر من جبال المنطقة مثل جبل جُوْدَة وجبل الصَّعَب وكُبْشَان والحَمْرِيَّة، ومن جبل القُفَيْل ينحدر وادي الحَشَا، وبعدها يتجه وادي يلملم نحو الغرب ماراً بقرية يَلَمْلَم مستقبلاً عدد من الروافد من جبل المَشَارِق وجبل وَقْر والرَّمْلاء في الجنوب، ومن الشمال من جبال عَامِرَة ينحدر وادي وُدْيَان ومن جبل الصُّخُور وجبل سَمعي وادي الغِضَاب، وبعد ذلك يتجه وادي يلملم نحو الغرب حتى جبل حَدَاء ثم ينحرف نحو الجنوب الغربي وينتهي في الرمال الساحلية عند خَبْت الغُصْن بعد أن يجتاز ميقات يلملم والطريق الساحلي إذ من النادر أن يصل إلى البحر الأحمر.

جيولوجية حوض وادي يلملم:

إن دراسة جيولوجية الأحواض المائية يعتبر أمراً هاماً، فهي تؤثر على العمل الجيومورفولوجي في الحوض، فتركيب الصخر ونظام بنائه يعتبر الأساس في تشكيل مظاهر سطح الأرض ثم بعد ذلك يأتي دور الظروف المناخية التي تحدث تأثيرها على فترات زمنية طويلة، فمعرفة البنية والحركات التكتونية



شكل رقم (١) موقع منطقة الدراسة

المصدر: الباحثة.

وما ينتج عنها من صدوع وفوالق إضافة إلى أنواع الصخور تفسر الخصائص المورفومترية للحوض، وبالتالي فهم العمل الهيدرولوجي فيه.

وحوض وادي يلملم يقع في المنطقة الغربية للمملكة والمطلة على البحر الأحمر أي انه يقع في وسط منطقة الدرع العربي والذي يقع في غرب المملكة، يبلغ عرضه ٧٠٠كم وتعادل مساحته نحو ٢٨٪ من مساحة المملكة، ويشمل الدرع العربي إقليم المرتفعات الغربية والمرتفعات الساحلية والهضاب الغربية بالإضافة إلى القسم الغربي والأكبر من إقليم نجد، وتتفاوت أعمار الصخور في الدرع ما بين ١١٠٠ – ٥٥٠ مليون سنة، غير أنها تعرضت منذ تكوينها لحركات تشوه وتحول إقليمية عديدة ومتباينة، أدت إلى تطور التركيب الكيماوي للصخور وتحولها، وتأثرت بعدد من الحركات البانية للجبال الإقليمية والمصحوبة بمحقونات جوفية متباينة في الشكل والمساحة والتركيب واللون (الشريف، ١٤٢٢هـ، ص٥٣)،

التكوينات الجيولوجية وتوزيعها في حوض وادي يلملم:

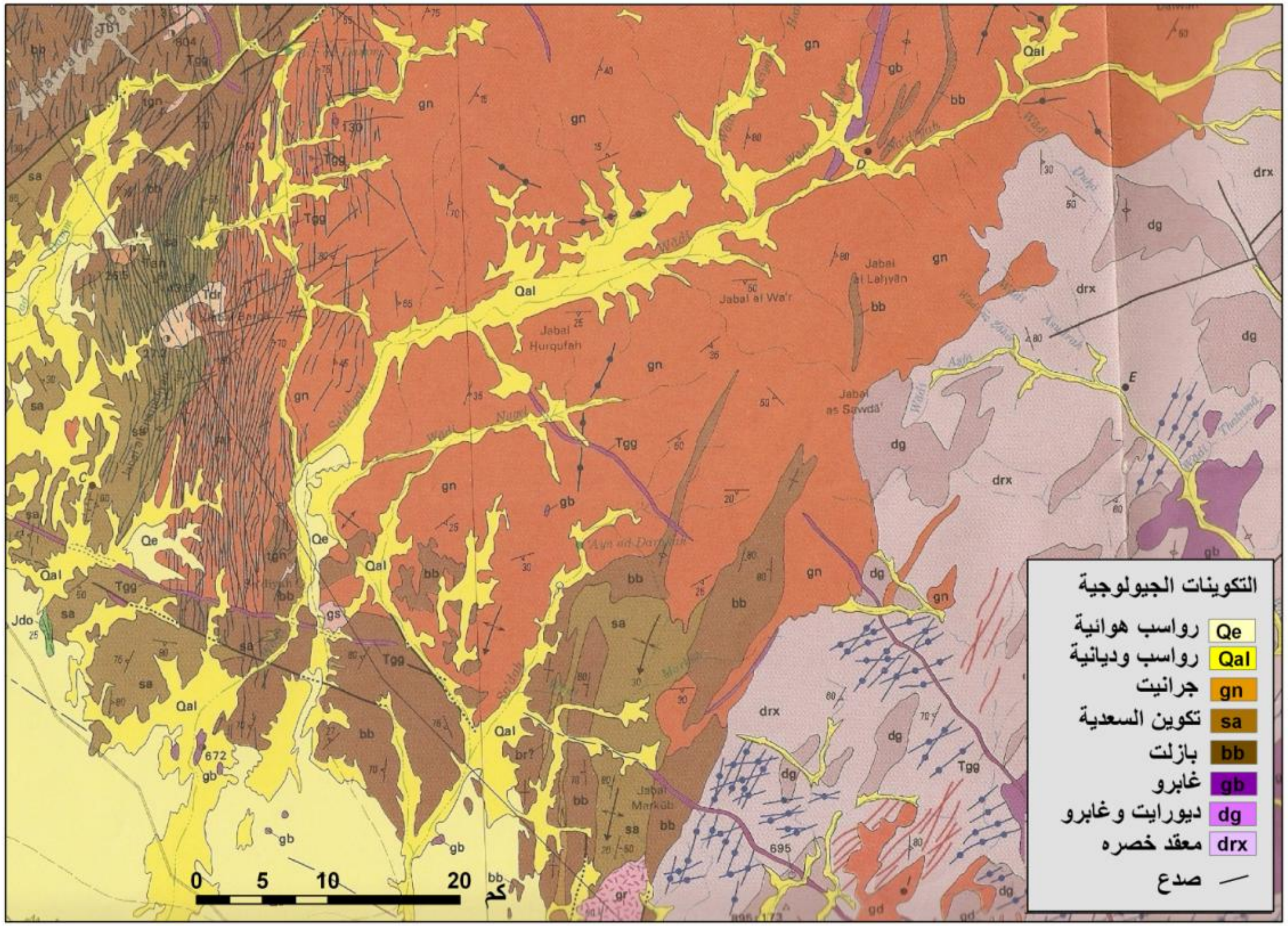
يتبين من دراسة الخريطة الجيولوجية لحوض وادي يلملم (الشكل رقم ٢) أن معظم هذه التكوينات تعود إلى الزمنين الثالث والرابع، ويتكون اغلب الحوض تقريباً من الجرانيت وإرسابات ودیانية ، وفيما يلي إيجاز للتكوينات الجيولوجية في الحوض بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية:

١- الرواسب الهوائية Eolian deposits:

هي رواسب ريحية وطموية وتتألف من الرمل والطمي التي تشكل الكثبان والأغطية الرملية للبدمنت، وتغطي مساحة صغيرة جداً أسفل الحوض.

٢- الرواسب الوديانية Alluvial deposits:

هي إرسابات الأودية وتتألف من الرمل والطمي والحصى في مجاري الأودية وعلى السهول الفيضية المعرضة للغسل، وكذلك على المصاطب النهرية، وتغطي مجاري الأودية الرئيسية والمجرى الرئيس وكذلك أسفل الحوض، وبذلك فهي تغطي مساحة كبيرة من الحوض من أعلاه إلى مخرجه.



شكل رقم (٢) الخريطة الجيولوجية لحوض وادي يلملم

المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية السعودية (بتصرف).

٣- تكوين السعدية Sadiyah formation:

يتألف هذا التكوين من الكوارتز Quartzite الأبيض إلى الوردي الخفيف، بالإضافة إلى الشست Schist، ومن الرخام الأبيض إلى الرمادي، ومن الامفيبولايت Amphibolite الداكن إلى الأسود، ويغطي مساحة صغيرة أسفل الحوض فقط، واخذ التكوين اسمه من اسم الحوض الذي أحيانا يسمى وادي السعدية نسبة إلى ميقات السعدية الموجود في الحوض.

٤- ديورايت وغابرو Diorite and gabbro:

رمادي داكن إلى متوسط، وناعم الحبيبات إلى خشن، يتألف من الكوارتز ديورايت Quartz diorite ، والديورايت تونالايت diorite tonalite ، و الغابرو Gabbro، ويوجد في الجزء الشرقي والجنوبي الشرقي من الحوض ولا يشغل سوى مساحة صغيرة من الحوض.

٥- معقد خصره Khasrah complex:

ويتكون من صخور جوفية قديمة النشأة، ويتألف من تشكيلات رمادية داكنة إلى متوسطة من الكوارتز ديورايت Quartz diorite، والديورايت Diorite ، والغابرو Gabbro، وهو كذلك يوجد في الجزء الشرقي والجنوبي الشرقي من الحوض.

البنية الجيولوجية:

إن أكثر ما يؤثر في الحوض من أشكال البنية الرئيسية هي الصدوع. والصدوع أسطح عدم استمرارية أو انقطاع في الطبقات أو الصخور، قسمت كتلة الصخر إلى قسمين منفصلين عن بعضهما عبر سطح الصدع، إضافة إلى حدوث حركة نسبية بين هذين القسمين على سطح الصدع (شعت والتركي، ١٤١٤هـــ، ص٩٦)، ومن الخريطة الجيولوجية (شكل رقم٢) يظهر أن الصدوع تظهر خارج حدود الحوض على جانب الحوض عند وسطه وهي عبارة عن صدوع وانكسارات كثيرة جداً ومن الصعب جداً عدها، إذ أن المنطقة هي منطقة صدعية وحدث فيها الانهدام الإفريقي العظيم الذي تكون على أثره البحر الأحمر، وبالتالي فان هذه الصدوع قد أثرت على مجرى الحوض وانحرف مجراه إلى الأسفل، وأصبح شكل الحوض في أسفله منكسراً وكأنه يتبع احد الصدوع. وحوض وادي يلملم

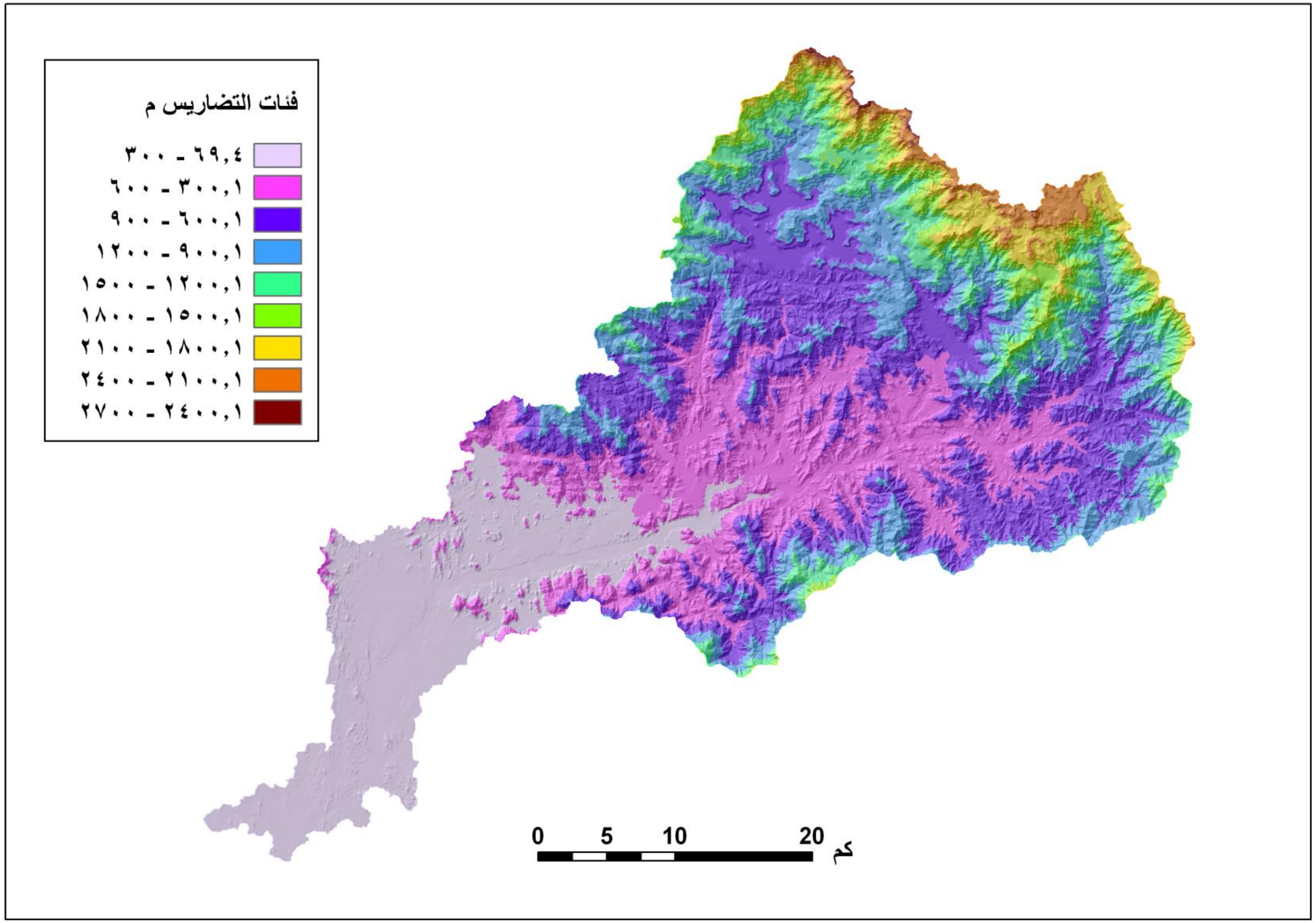
يتصف بالتباين في التضاريس إذ يبلغ أقصى ارتفاع بالحوض ٢٦٠٠م فوق مستوى سطح البحر في منطقة جبال الشفا (شكل رقم ٣)، ويبلغ ارتفاع الحوض عند مصبه إلى ٦٩م إذ أن الحوض ينهي في الرمال الساحلية البعيدة عن البحر فلا يصل إلى البحر. وتتفاوت درجة تضرس الحوض ووعورته انحداره، وترتفع درجة الانحدار في أعلى الحوض حتى تصل ٧٦ْ ، ثم تبدأ القيم المتوسطة للإنحدار في الانخفاض في وسط الحوض ثم تنخفض أكثر في أدناه مما يؤثر على الأشكال الجيومورفولوجية في الحوض، وبلغ معدل ارتفاع الحوض ٧٦٣م، ويبين (شكل رقم ٤) نماذج مجسمة توضح الأشكال التضاريسية المختلفة في الحوض مابين تضاريس معقدة وقمم عالية وخوانق ومنحدرات شديدة في أعلى الحوض والتي يمثلها المجسم الأول، وتضاريس متوسطة الانحدار وبعض الجبال المنفردة قليلة الارتفاع في الحوض الأوسط والتي يمثلها المجسم الثاني، أما المجسم الثالث والأخير فيمثل الجزء الأدنى من الحوض والذي يظهر فيه الاستواء وقلة تضرسه.

الخصائص المناخية لحوض وادي يلملم:

يعتبر المناخ من العوامل المؤثر في النشاط الجيومورفولوجي في الأحواض، فهي تساهم في تشكيل سطح الأرض، وتساهم كذلك في نشاط العمل الهيدرولوجي في الحوض، ولأن الدراسة التفصيلية للمناخ لا تخدم أهداف البحث فستقتصر على دراسة الأمطار لدورها الهام والأساسي في الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للحوض، إضافة إلى أن الحوض لا توجد به محطات لقياس الأمطار الساقطة، لذلك فان الباحثة لجأت إلى المحطات المطرية في الأحواض الأخرى المتاخمة للحوض (جدول رقم١).

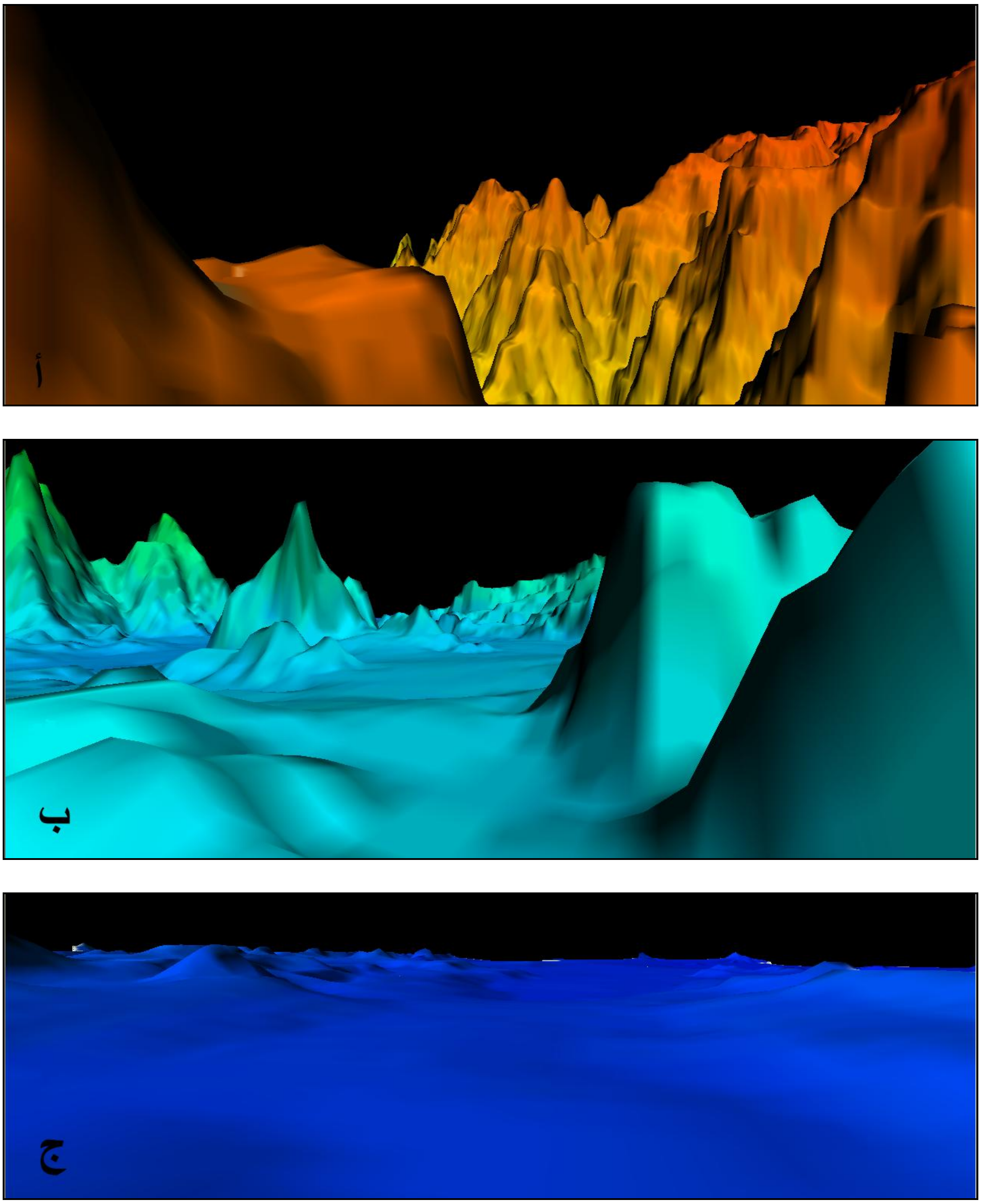
الأمطار:

يقع الحوض في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية والتي تتميز بشح أمطارها، ولكن المنابع العليا للحوض ذات ارتفاعات عالية جداً تصل إلى ٢٦٠٠م فوق سطح البحر، وبالتالي فهي تتلقى كميات كبيرة جداً من الأمطار سنوياً كما يظهر ذلك في جدول رقم (١) حيث نجد أن محطة الشفا يتجاوز معدل التساقط السنوي بها ٢٦٩ ملم، وهو يعتبر أعلى معدل للأمطار في المحطات القريبة من الحوض، وبين الشكل رقم (٥) معدلات المطر السنوي للمحطات المحيطة بالحوض، كما



شكل رقم (٣) التضاريس في حوض وادي يلملم

المصدر: الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM .



شكل رقم (٤) مجموعة من القطاعات المجسمة التي تبين اختلاف التضاريس في أجزاء الحوض المختلفة، القطاع (أ) جزء من الحوض الأعلى، القطاع (ب) جزء من الحوض الأوسط، (ج) جزء من الحوض الأدنى.

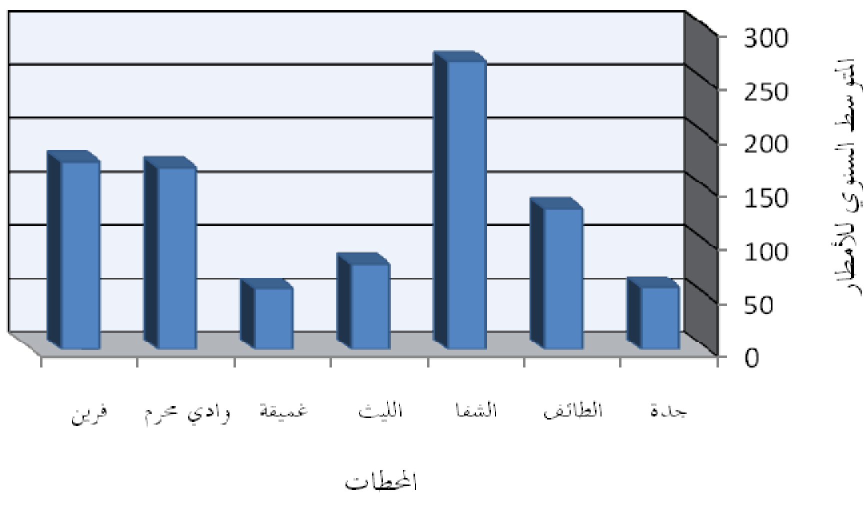
المصدر: الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

جدول رقم (١) المتوسط السنوي للأمطار للفترة من ١٩٨٥- ٢٠٠٩م في المحطات المحيطة بالحوض

اسم المحطة	خط الطول	خط العرض	المتوسط السنوي للأمطار ملم
جدة	٣٩,٤٢°	٢١,٢٦°	٥٨,١٨
الطائف	٤٠,٢٤°	٢١,١٧°	١٣٢,١٤
الشفا	٤٠,٢٢°	٢١,٠٤°	٢٦٩,٢٧
الليث	٤٠,١٧°	٢٠,٠٩°	٧٩,٩٥
غميقة	٤٠,٢٧°	٢٠,١٩°	٥٧,٠٨
وادي محرم	٤٠,١٩°	٢١,٢٠°	١٧٠,٠١
فرين	٤٠,٠٧°	٢١,٢٢°	١٧٥,٤

المصدر: وزارة المياه، النشرة الهيدرولوجية للأمطار.

شكل رقم (٥) المتوسط السنوي للأمطار في المحطات المحيطة بالحوض



المصدر: الباحثة.

يبين شكل رقم (٦) خطوط المطر المتساوي في حوض وادي يلملم، ومنه يتبين أن أعلى معدل للأمطار هو ٢٦٠ملم في أعلى الحوض، ونجد في الشكل أيضاً أن هناك تبايناً في كميات الأمطار على امتداد الحوض، حيث نجد أن الجهات الشمالية الشرقية من الحوض عند المنابع العليا هي الأكثر أمطاراً إذ يبلغ معدل التساقط السنوي فيها ٢٦٠ملم، ثم يبدأ المعدل في التناقص كلما اتجهنا إلى ناحية الغرب عند مخرج الوادي في المنطقة الساحلية الرملية ليصل إلى ١٢٠ملم، وهذا التوزيع يتوافق تماماً مع تضاريس الحوض فالمناطق الأكثر ارتفاعاً في الشرق والجنوب الشرقي حظيت بأعلى معدلات أمطار والمناطق أسفل الحوض والتي لا يزيد ارتفاعها عن ٦٩م بلغ معدل الأمطار ١٢٠ملم.

سابعاً: منهج الدراسة وأسلوبها:

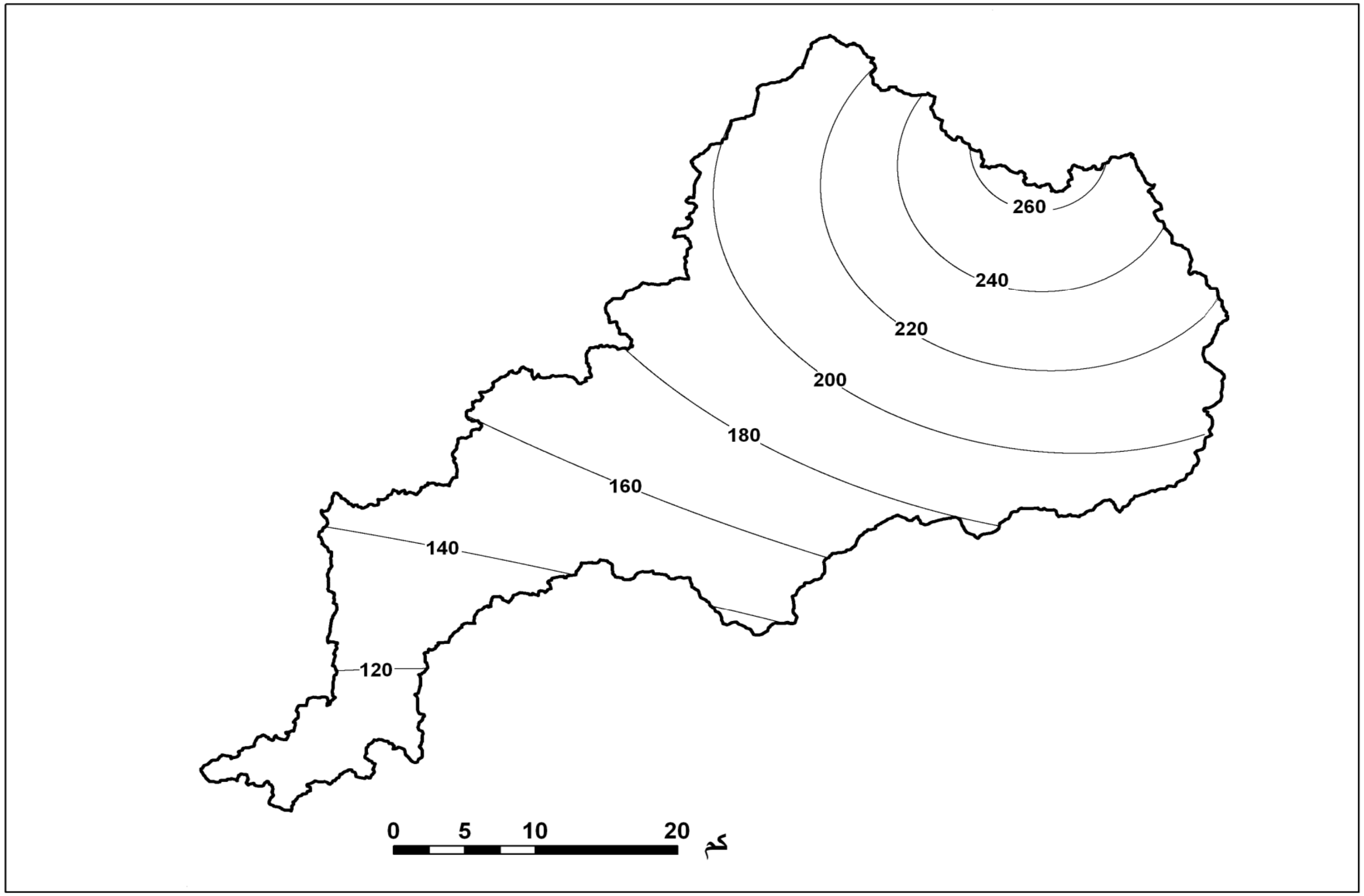
تعتمد الدراسة بشكل أساس على استخدام نظم المعلومات الجغرافية، في استخلاص شبكة التصريف، وحساب القياسات المورفومترية، كما سيتم تسخير جميع وسائل البحث المختلفة لإتمام هذه الدراسة، وبذلك فان الدراسة ستعتمد على مجموعة من بيانات الأقمار الصناعية، والبرامج لتحليل هذه البيانات.

البيانات المستخدمة في الدراسة :

١- الخرائط :

أ- الخريطة الطبوغرافية لحوض وادي يلملم، مقياس رسم ١ :٥٠٠٠٠٠ لوحة رقم (NF37-SE)، والصادرة عن وزارة البترول والثروة المعدنية في عام ١٤١١هـ.

ب- مجموعة الخرائط الطبوغرافية للوادي بمقياس ١ :٥٠٠٠٠ لوحات رقم، لملم (٤٤-٤٠٢٠)، بئر دام (١١-٣٩٢٠)، بني دعد (٣٣-٤٠٢١)، الشفا (٣٢-٤٠٢١)، السعدية (١٢-٣٩٢٠)، المجيرمة (٢١-٣٩٢٠)، الرنيفة (٤١-٤٠٢٠)، والصادرة عن وزارة البترول والثروة المعدنية في عام ١٤١١هـ



شكل رقم (٦) خطوط المطر المتساوي في حوض وادي يلملم

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات النشرة الهيدرولوجية للأمطار من ١٩٨٥-٢٠٠٩م.

ج- الخريطة الجيولوجية لمربع الليث ذات مقياس ١ :٢٥٠٠٠٠، لوحة (٢٠د)، الصادرة عن وزارة البترول والثروة المعدنية في عام ١٤١٠هـــ.

د- الخريطة الجيولوجية لمربع مكة ذات مقياس ١ :٢٥٠٠٠٠، لوحة (٢١د)، الصادرة عن وزارة البترول والثروة المعدنية في عام ١٤١٠هـــ.

٢- بيانات القمر spot-5 بدقة تمييز مكانية ٥م ويعود تاريخها إلى ٣٠/٠٦/٢٠٠٧م.

٣- نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model DEM بدقة تمييز مكانية ٣٠م.

وسوف تستخدم في معالجة هذه البيانات مجموعة من البرامج المستقلة والإضافات الخاصة ببرنامج ArcGIS لتحليل هذه البيانات للخروج بمجموعة من القياسات المورفومترية والهيدرولوجية لشبكة التصريف، وهذا شرح بسيط لهذه البرامج :

١- برنامج ArcGIS 9

البرنامج من إنتاج شركة معهد بحوث أنظمة البيئة ESRI الأمريكية، ويتكون البرنامج من ثلاث مستويات:

الأول: ArcView ويقدم أدوات معالجة المخططات وأدوات تحليل مع بعض إمكانيات المعالجة الجغرافية والتحرير.

الثاني: ArcEditor ويتضمن كافة وظائف ArcView بالإضافة إلى إمكانية تحرير متقدمة.

الثالث: ArcInfo ويتوسع بالوظائف للمستويين السابقين، ويضم إمكانيات متطورة في المعالجة الجغرافية.

٢- إضافة (TauDEM) Terrain Analysis Using Digital Elevation Models

هو برنامج حاسوبي طوره تاربتون Tarboton من جامعة يوتاه الأمريكية، وذلك لاستخلاص شبكات التصريف السطحي وملحقاتها من أبعاد وأطوال، والبرنامج يقوم بحساب قياسات عديدة تتعلق في معظمها بمتغيرات شبكة التصريف على مستوى الأحواض الجزئية وعلى مستوى الحوض ككل أيضا. والبرنامج يصنف المجاري وفق نظام سترالر Strahler للرتب النهرية، ويقوم بإخراج

النتائج في جدول مفصل (الغامدي، ١٤٢٧هـ، ص١٦). وسيتم الاعتماد على البرنامج في استخلاص وتحليل شبكة التصريف في الحوض.

ويعاب على البرنامج انه لا يقوم بحساب بعض القياسات المورفومترية الخاصة بالشكل مثل معامل الاستدارة والاستطالة، والخاصة بالتضاريس مثل نسبة التضرس والتضاريس النسبية، والخاصة بشبكة التصريف مثل كثافة التصريف ونسبة التشعب، ولهذا كان لابد من استخدام برنامج آخر ليقوم بالقياسات التي لا ينجزها هذا البرنامج.

٣- برنامج Watershed Modelling System (WMS)

هو احد أفضل البرامج التفاعلية التي طورت للتطبيقات الهيدرولوجية، ويعتمد البرنامج على برنامج آخر تحت اسم توباز TOPAZ ، وبرنامج WMS يقوم بدمج بعض البيانات المستخرجة من برنامج TOPAZ مع بيانات نظم المعلومات الجغرافية لتوظيفها في سبعة نماذج هيدرولوجية مثل HEC-1 و TR-55 وكذلك النموذج المنطقي Rational Method ، وسيتم استخدام البرنامج في استخلاص بعض القياسات التي لا يمكن استخراجها من برنامج TauDEM مباشرةً مثل أقصى طول وانحدار للمجاري، وطول الحوض وانحداره، معامل التعرج، وعامل الشكل، وغير ذلك (الغامدي، ١٤٢٧هـ، ص١٧). وسيتم استخدامه في استخراج القياسات التي لا تتوفر في إضافة TauDEM .

إضافة إلى مجموعة أخرى من البرامج التي تساعد في استخلاص العديد من القياسات المورفومترية والبرامج التي تساعد على إتمام الدراسة بدقة وسرعة اكبر وجهد اقل مثل Global Mapper ، Microdem ، وغير ذلك.

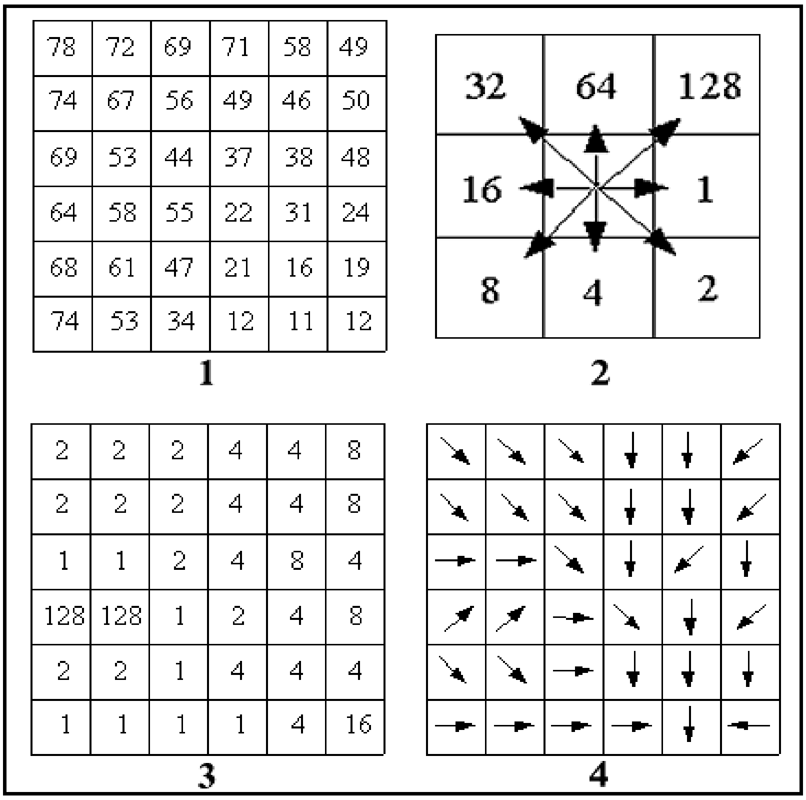
أسلوب معالجة البيانات:

تم استخلاص شبكة التصريف لحوض وادي يلملم عن طريق نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وهناك مجموعة من الإجراءات لذلك، فلابد من تحديد امتداد الحوض بشكل أولي باستخدام الخريطة الطبوغرافية ١ :٢٥٠٠٠٠، ومن ثم التأكد من منابع ومصب الحوض عن طريق الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس ١ :٢٥٠٠٠٠، ومن ثم استخلاص شبكة التصريف من نموذج الارتفاع الرقمي(DEM)

بإتباع مجموعة من الخطوات وهي: تفعيل التدفق بتسوية الحفر عن طريق ما يعرف بالملء fill، وهو تعديل قيم الارتفاعات لهذه الحفر حتى لا يتوقف التدفق عندها باتجاه المصب، ومن ثم التحديد الآلي لاتجاهات ومسارات التدفق من بيانات (DEM) عن طريق استخدام أسلوب D-infinity method المطورة من طريقة D8، وفكرة هذه الطريقة باختصار هي أن كل خلية من خلايا نموذج الارتفاع الرقمي لها قيمة منسوب ارتفاع، وبتتبع قيم الارتفاع للخلايا المجاورة الثمانية لأية خلية فانه يمكن أن تحدد اتجاهات التدفق ومساراته آلياً بحكم أن التدفق يتجه من الخلايا الأكثر ارتفاعاً في المنسوب إلى الخلايا الأقل قيمة في الارتفاع، وتتم عملية تتبع التدفق من خلية ما باتجاه المصب إما قطرياً بزاوية ٤٥، وإما باستقامة عامودية أو أفقية في ثمانية اتجاهات (شكل رقم٧)، وهذا القصر على ثمانية إتجاهات فقط ينفي المرونة ويخرج نتائج غير صحيحة خاصة للجريان المتشعب، لذلك طورت بعض الحلول البديلة كأسلوب Lea والذي قام بتعديله كلاً من كوستا- كابرال وبرجيز Costa-Cabral and Burges وسمياه DEMON وهو الذي بنى علية تاربتون Tarboton (Tarboton, 1997) أسلوبه المسمى D-infinity method والذي يمكن عن طريقه حساب التدفق في جميع الاتجاهات بكل مرونة.

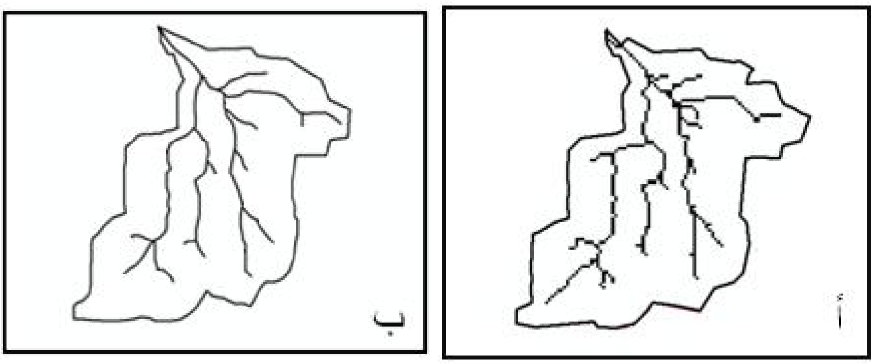
وتم استخدام إضافة TauDEM بدون تحديد نقطة المصب ليحدد البرنامج أحواض التصريف في منطقة الدراسة، ثم بعد ذلك تم تحديد نقطة المصب لوادي يلملم لإستخراج محيط الحوض وشبكة التصريف والأحواض الجزئية، وبقيمة عتبة ٨٠، والعتبة Threshold هي نقطة قطع إحصائية تستخدم لتحدد مستوى التفصيل المراد في استخراج شبكات التصريف . ومن ملف الأحواض الجزئية تم تحديد أحد الأحواض لإقتطاع ما يقابله من مرئية القمر الفرنسي spot-5 بقدرة تمييز مكانية ٥م ليكون أساساً لإختبار صحة إستخراج شبكة التصريف ومحيط الحوض وقد استخدمت طريقة الترقيم على الشاشة on-screen-digitizing وذلك لرسم محيط الحوض الجزئي مجاريه (شكل رقم٨).

ولحساب مساحة ومحيط الحوض ككل والأحواض الجزئية تم استخدام الأداة X tool pro في برنامج Arc map ولكن بعد استخراج شبكة التصريف، وتطلب ذلك ملف من نوع shapefile لشبكة التصريف حتى تتعامل معه الأداة والذي تم استخراجه من برنامج taudem والذي يعمل على واجهة برنامج Arc map ، ولحساب الطول تم استخدام أداة القياس Measure لحساب المسافات في



شكل رقم (٧) ويمثل (١) مجموعة من الخلايا ذات مناسيب ارتفاعات متباينة ويجري ترميز اتجاهات التدفق باستخدام قيم كودية لكل اتجاه كما في(٢) ومن ثم يكون الناتج اتجاهات الجريان على الهيئة التي نراها في (٣)و(٤).

المصدر: الغامدي، ١٤٢٧هـ.



شكل رقم (٨) (أ)الحوض باستخدام برنامج taudem (ب) الحوض باستخدام الترقيم على الشاشة

المصدر: الباحثة.

برنامج Arc map، فقد تم وضع مؤشر الأداة على نقطة المصب في الوادي إلى ابعد نقطة في الحوض وكذلك الحال مع بقية الأحواض الجزئية.

ثامناً: الإطار النظري:

قاعدة البيانات المكانية:

تعرف قاعدة البيانات المكانية بأنها مجموعة البيانات المرجعية التي تعمل كنموذج للواقع. وتكون قاعدة البيانات نموذج للواقع بمعنى أن قاعدة البيانات تمثل مجموعة مختارة للظواهر أو تقريب لها، وتعتبر هذه الظواهر المختارة مهمة بما فيه الكفاية لكي تمثل في شكل رقمي، وربما يكون التمثيل الرقمي لفترة زمنية سابقة أو حالية أو لفترة مستقبلية (الهيتي، ١٤٢٦هـ، ص٨٣).

كما تعرف قاعدة البيانات بأنها مجموعة من البيانات المرتبة وفق نظام أو بنية محددة (جزماتي وآخرون، ص٤٢).

تتضمن عملية إنشاء قاعدة بيانات عدة خطوات:

أولاً: إدخال البيانات المكانية Input spatial data: ويتم بواسطة عملية الترقيم أو قراءتها مباشرة من مصادر رقمية، وعند إدخال البيانات المكانية لابد من إنجاز بعض الخطوات قبل الإستفادة منها وهي:

١- البناء التوبولوجي Topology construction: ويعرف التوبولوجي بأنه دراسة موقع الشيء بالنسبة إلى أشياء أخرى (لا بالمسافة أو الحجم)، وحال إدخال النقاط وإنشاء الخطوط الهندسية يجب بناء التوبولوجي و ويتضمن هذا حساب وتشفير العلاقات بين النقاط، الخطوط والمساحات.

٢- تحرير البيانات المكانية Editing spatial data: وهنا يتم تنقيح وتحرير المشكلات التي تنشأ خلال عملية البناء التوبولوجي وإدخال البيانات، وأهم هذه المشكلات ظهور المبالغات والنواقص والنتوءات. وعملية التحرير متممة لعملية الترقيم، فالترقيم الضعيف يحتاج إلى الكثير من عمليات التحرير أو التنقيح، بينما إذا كان الترقيم جيداً يمكن أن نتجنب الكثير من التحرير والتنقيح.

٣- مطابقة الحافة: وهنا يتم مقارنة وتعديل الظواهر على امتداد حافات لوحات الخرائط المتجاورة.

ثانياً: إدخال البيانات الوصفية Input descriptive data: وتبدأ هذه المرحلة بعد إدخال البيانات المكانية وإجراء عمليات التحرير ومطابقة الحافة، حيث يتم إدخال البيانات الوصفية باستخدام لوحة المفاتيح أو تؤخذ من قواعد بيانات رقمية أخرى.

ثالثاً: حالما تضاف البيانات الوصفية يجب أن تربط إلى الأهداف المختلفة بواسطة رموز تعريف ID تحدد مسبقاً في البيانات التفصيلية على هيئة جداول تعرف باسم جداول البيانات الوصفية Attribute table (الهيتي، ١٤٢٦هـ، ص٤٧).

نظم المعلومات الجغرافية Geographical Information Systems:

نظم المعلومات الجغرافية هي طريقة أو أسلوب لتنظيم المعلومات الجغرافية والوصفية بواسطة الحاسوب، وربطها بمواقعها الجغرافية إعتماداً على إحداثيات معينة. و نظم المعلومات الجغرافية مكونة من ثلاثة أجزاء هي: نظم Systems أي تكنولوجيا الحاسوب والبرمجيات المرتبطة به، المعلومات Information وهي البيانات التي تتكون منها النظم، وطرق إدارتها وتنظيمها وإستخدامها، الجغرافية Geographical وهي العنصر المكاني في هذه النظم والذي هو الأرض والعالم الحقيقي الذي توجد به تلك المعلومات. والهدف من صنع نظم المعلومات الجغرافية هو مقارنة الصفات المتباينة للمنطقة الجغرافية الواحدة، وإعطاء نظرة شمولية لها، ومقارنة الصفات المتباينة لمناطق جغرافية مختلفة. ومن المفاهيم العامة التي ترتكز عليها تقنيات نظم المعلومات الجغرافية هو ربط الظواهر المنتشرة على سطح الأرض بنظام إحداثيات معين، وتخزينها في ذاكرة الحاسب، وربط البيانات الوصفية المرتبطة بتلك الظواهر من خلال قواعد البيانات، وتحليلها، وإظهار العلاقات بين الظواهر، وأخيراً عرض المعلومات المكانية بمقياس محدّد على الشاشة، وطباعتها على الورق. ونظم المعلومات الجغرافية ليست وسيلة لصنع الخرائط بواسطة الحاسب بل هذه المهمة هي إحدى أهدافها، بل هي منهج وأسلوب للتعامل مع البيانات وإدارتها سواء كانت مكانية (جغرافية) أو غير مكانية (وصفية). ومصادر بيانات نظم المعلومات الجغرافية متعددة منها الخرائط الورقية، البيانات المجدولة، الرسوم البيانية، الصور الجوية

والأقمار الصناعية، بيانات رقمية، بيانات نظام التوقيع العالمي GPS، بيانات مكتوبة Text Data على شكل تقارير وأبحاث وكتب. ومخرجاتها عبارة عن خرائط ورسومات، تقارير مكتوبة أو مطبوعة، إحصاءات. وهناك فرق بين برمجيات صنع الخرائط و نظم المعلومات الجغرافية، فالأولى تهدف إلى استبدال الطريقة التقليدية في صنع الخرائط بطريقة حديثة اقل تكلفة وأسرع، أما نظم المعلومات الجغرافية تتميز بأنها توفر تحليل متكامل عن طبيعة العلاقة بين المتغيرات في الأماكن المختلفة، وهي عبارة عن أدوات لربط قواعد البيانات الوصفية بالمعلومات المكانية عن مكان محدد أو إقليم معين (الدويكات، ٢٠٠٣م، ص١٩).

حوض التصريف Drainage basin:

ويعني جميع الأراضي المحيطة بمجرى الوادي في المناطق الجافة التي تزودها بالمياه عن طريق الجريان السطحي أو الجوفي، ويفصلها عن الأراضي الأخرى أراضٍ مرتفعة تمثل أعلى نقطة فيها منطقة تقسيم المياه بين حوض وآخر، والتي يطلق عليها خط تقسيم المياه، وهو خط يحيط بالحوض ماراً بأعلى نقطة مرتفعة لتمثيل الحد الفاصل بين حوض وآخر، ويكون واضحاً في الخرائط الطبوغرافية الخاصة بتلك الأحواض التي تظهر فيها على أشكال مختلفة منها الدائري والبيضاوي والمستطيل والكمثري، وكلما كان الحوض كبيراً زادت كمية المياه الواردة في الوادي في المناطق الصحراوية (الدليمي، ٢٠٠١م).

الخصائص المساحية للأحواض المائية:

مساحة الحوض Drainage area:

تعتبر مساحة الحوض من أهم الخواص المساحية المستخدمة كثيراً في النماذج الهيدرولوجية، وتستخدم في حساب الكثير من المقاييس المهمة مثل كثافة التصريف ومنحنى التكامل الهيبسومتري للمساحة وغير ذلك (الحواس،ص٢٩).

وهي كامل المساحة التي يحدها خط تقسيم المياه، وتقاس بعدة طرق منها استخدام جهاز البلانيميتر على الخريطة الكنتورية، أو عن طريق الصور الجوية أو المرئيات الفضائية، أو بطريقة المربعات أو أي أجهزة مساحية أخرى، أو برامج حاسوبية.

طول الحوض basin length:

توجد عدة طرق لقياس طول الحوض المائي وتتوقف هذه الطرق على طبيعة قناة مجرى النهر إن كانت متعرجة، غير منتظمة، مستقيمة، وعادة ما تستخدم طريقة قياس الطول الموازي لخط التصريف الرئيسي من نقطة المصب إلى أعلى نقطة في الحوض (آل سعود، ١٤١٨هـ، ص٩).

محيط الحوض basin perimeter:

هو طول خط تقسيم المياه المحيط بالحوض ويفصل بين الحوض والأحواض المجاورة له ويقاس تقليدياً بواسطة عجلة القياس، ويقاس حالياً باستخدام الكثير من برامج الكمبيوتر.

عرض الحوض basin Width:

لعرض الحوض دلالة مورفومترية في فهم شكل الحوض وذلك من خلال معرفة النسبة بين الطول والعرض (الدوعان، ١٤١٩هـ، ص١٨).

وقد يحسب عرض الحوض بأخذ عدد من الخطوط العرضية التي تفصل بينها مسافات رأسية متساوية بين المنبع والمصب ثم يحسب متوسطها للحصول على متوسط عرض الحوض، وعرض الحوض يعد قيمة هندسية تتفاوت الطرق المستخدمة في تحديدها بحسب تباين الشكل المورفوهندسي للأحواض قيد الدراسة (آل سعود، ١٤١٨هـ، ص١٠).

الخصائص الشكلية:

معامل الشكل shape index:

يتأثر شكل حوض التصريف المائي ونمطه وشبكة التصريف التي تمتد داخله بالخصائص الأخرى لحوض التصريف مثل نوع الصخر ودرجة الانحدار بالإضافة إلى أن الشكل يؤثر على العمليات الجيومورفولوجية خاصة فيما يتعلق بكفاءة الحوض المحتملة وشبكة التصريف المائي به، وقد استخدم هورتون سنة ١٩٣٢م عامل الشكل لتحديد أشكال الأحواض النهرية (سليم، ١٤٠٧هـ، ص٧١)،

ويمكن الحصول عليه من خلال المعادلة التالية (Gregory, and Walling. 1976,p.51):

F = A/L2 (معادلة رقم ١)

حيث:

A = مساحة الحوض

L = طول الحوض

وتدل القيمة المنخفضة على صغر مساحة الحوض بالنسبة لطوله مما يجعل الحوض يقترب من شكل المثلث (محسوب، ١٩٩٧م)، ويعد حوض التصريف من المقاييس المهمة التي لها اثر واضح على الكثير من الخصائص بما فيها الخصائص الهيدرولوجية (الحواس، ١٤٢٨هـ، ص٣٣).

نسبة الاستدارة Circularity ratio:

يمكن الحصول على استدارة الحوض من المعادلة التالية (Gregory, and Walling. 1976,p.51):

A / **p** 4 (المعادلة رقم ٢)

حيث:

A = مساحة الحوض

 = النسبة التقريبية ٣,١٤

p = مربع محيط الحوض

وتوضح النسبة مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري، وتكون النسبة بين ٠-١، إذ يكون الشكل قريباً من الاستدارة إذا كان اقرب إلى الواحد من الصفر. وإذا كان العكس دل ذلك على وجود الشكل المتعرج وقد يؤدي تعرج الحوض إلى زيادة طول القنوات المائية خاصة ذات الرتب الأولى- ذات النحت التراجعي- والثانية القريبتان من المنبع (الدوعان، ١٤١٩هـ، ص٢٠).

نسبة الاستطالة Elongation ratio:

وتحسب من المعادلة التالية (Gregory, and Walling. 1976,p.51):

$$\frac{2\sqrt{\frac{A}{\pi}}}{L}$$. (المعادلة رقم ٣)

حيث:

A = مساحة الحوض

π = النسبة التقريبية ٣,١٤

L = طول الحوض

وتعبر هذه النسبة عن مدى امتداد الحوض مقارنة مع شكل المستطيل إذ ترتفع نسبة الاستطالة في الأحواض المستطيلة بينما تنخفض في الأحواض ذات الأشكال الأخرى، وتكون النسبة بين ٠-١ إذ يكون الشكل قريباً من الاستطالة إذا كان اقرب إلى الواحد من الصفر(الدليمي،٢٠٠١م).

الخصائص التضاريسية:

الانحدار Slope:

يقاس من خلال العلاقة بين الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية كالتالي:

الفاصل الرأسي × ٦٠ / المسافة الأفقية (المعادلة رقم ٤)

والانحدار يعني انحراف أو ميل الأرض عن المستوى الأفقي ويكون الانحدار كبيراً كلما زاد الانحراف أو الميل، وتعد الانحدارات ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجغرافية عامة والجيومورفولوجية خاصة لأنها تسهم في تحليل مظاهر سطح الأرض وعلاقتها بالنشاط البشري وأشكاله المختلفة كالعمران والطرق والزراعة وغير ذلك، إذ يعتمد استغلال السفوح على طبيعة انحدارها وتكويناتها السطحية وتحت السطحية والعمليات التي تتعرض لها تلك السفوح(الدليمي، ٢٠٠١م).

التضرس الكلي للحوض Total relief:

ويقاس بالمتر، ويحسب بالمعادلة التالية (آل سعود، ١٤١٨هـ، ص١٨):

أعلى منسوب في الحوض – أدنى منسوب في الحوض (المعادلة رقم ٥)

نسبة التضرس relief ratio:

وتحسب نسبة التضرس بالمعادلة التالية (Gregory, and Walling. 1976,p.51):

L /R H (المعادلة رقم ٦)

حيث:

R H= الفرق بين أعلى وأدنى ارتفاع

L = طول الحوض

ويرتبط تضرس الحوض بمناخ و جيولوجية المنطقة وبنوعية الصخور في حوض التصريف وباستجابات هذه الصخور لعمليات التعرية النشطة في حوض الوادي (الدوعان، ١٤١٩هـ، ص٢٠).

قيمة الوعورة Ruggedness value:

وتحسب بالمعادلة التالية (الدليمي، ٢٠٠١م):

كثافة التصريف × (الفرق بين أعلى واقل منسوب بالحوض) / طول الحوض (المعادلة رقم٧)

وتوضح درجة تقطع سطح حوض الوادي الناتج عن نحت المجاري المائية، وتفيد الدراسة المورفومترية للوعورة بما يتصل بدرجة قمة تصرف الفيضان (العقيل،٢٠٠١م، ص١٦٠).

التضاريس النسبية Relative relief:

تساعد هذه النسبة على إدراك قيمة التضرس النسبي للحوض بغض النظر عن نسيجه الطبوغرافي، ويشير انخفاض قيم التضرس إلى كبر المساحة الحوضية مما يدل على نشاط عملية النحت والتراجع نحو المنابع وتقويض مناطق تقسيم المياه وبتالي إمكانية حدوث أسر نهري مما يشير إلى التقدم في دورة التعرية، وعلى العكس من ذلك فان الأحواض العالية في نسبة تضرسها تكون صغيرة المساحة ونشطة في عملية النحت في ظل ظروف تضرس مرتفع، ويعني هذا أنها ما زالت في المراحل الأولى من دورة التعرية النهرية (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص٢٥). وتحسب بالمعادلة التالية (Gregory, and Walling. 1976,p.51):

P /R H (المعادلة رقم ٨)

حيث:

RH= الفرق بين أعلى وأدنى ارتفاع

P= محيط الحوض

معدل النسيج الطبوغرافي Texture topography:

ويحسب بالمعادلة التالية (آل سعود، ١٤١٨هـ، ص١٢):

عدد الروافد في الرتبة **/** محيط الحوض المائي للرتبة (المعادلة رقم ٩)

ويعتبر هذه المعدل مؤشر نسيجياً يصف طبيعة طبوغرافية الروافد في الحوض الواحد.

ويدل على مدى تقطع الأحواض في الوادي، وتقسم نسبة التقطع إلى ثلاث درجات (سليم، ١٤٠٧هـ، ص٧٨):

أ- خشنة وهي اقل من ٤

ب- متوسطة وتتراوح بين ٤-١٠

جـ- ناعمة أكثر من ١٠

الخصائص الخطية لشبكة التصريف:

كثافة التصريف Drainage density:

يمكن حساب كثافة التصريف بالمعادلة التالية (أبو العينين،١٩٧٦م، ص٤٥٥):

Σ (ط) / س (المعادلة رقم ١٠)

حيث:

Σ (ط) = الطول الكلي للمجاري النهرية في كل الرتب المختلفة

س = المساحة الكلية للحوض النهري

وتعد كثافة التصريف مقياساً أساسياً للخصائص المساحية لحوض التصريف وللتحليل الهيدرولوجي وهي تعكس مدى كفاءة التصريف أو هي مقياس لمدى تقطع أرضية الحوض (الحواس، ١٤٢٨هـ، ص٣٠).

وتعتبر كثافة التصريف مجمع الأمر كله فمنها يمكن التعرف على كثير من المتغيرات في حوض التصريف، وهي متغير يساعد كثيراً على معرفة كميات المياه المنصرفة من الحوض،وهذا العامل يتوقف على خصائص كثيرة من ضمنها : نوعية الصخور، سعة التربة، كثافة الغطاء النباتي، إضافة إلى تدخلات الإنسان كعامل جيومورفولوجي (الدوعان، ١٤١٩هـ، ص٢١).

نسبة التشعب Bifurcation ratio:

تعبر عن العلاقة بين عدد المجاري في كل رتبتين متتاليتين، وتحسب كالتالي (أبو العينين،١٩٧٦م، ص٤٥٥):

عدد المجاري في رتبة ما / عدد المجاري في الرتبة التي تليها (المعادلة رقم ١١)

ونسبة التشعب بهذا التحديد مؤشر على العدد اللازم من القنوات من رتبة معينة في المتوسط لدعم وجود قناة من الرتبة التالية، ولأغراض المقارنة بين أحواض التصريف يمكن حساب نسبة

التشعب للشبكة التصريفية كاملة بجميع رتبها وذلك عن طريق حساب متوسط نسب التشعب لرتب القنوات الموجودة في الشبكة فتكون هي نسبة التشعب للحوض بأكمله (الحواس، ١٤٢٨هـ،).

وتكمن أهمية قياس نسبة التشعب لحوض التصريف في إظهار حجم العلاقة بين حجم التصريف ومعدل التفرع للمجاري المائية فكلما زاد خطر الفيضانات والسيول عقب سقوط الأمطار زادت كثافة التصريف في مناطق التجمع العليا (الدوعان، ١٤١٩هـ، ص٢٠).

رتب المجاري المائية Stream order:

تتوزع المجاري المائية في الحوض بشكل رتب تقل عدداً وتزداد سعة من رتبة لأخرى، حيث تبدأ بمجاري صغيرة وكثيرة تمثل الرتبة الأولى وهي تلتقي مع بعضها البعض لتكون الثانية التي تكون اقل عدداً و أكثر سعة من الأولى وتلتقي مع بعضها لتكون الرتبة الثالثة كما تلتقي روافدها لتكون الرتبة الرابعة إلى أن تكون آخر رتبة والتي تكون المجرى الرئيسي، ويستفاد من دراسة رتب المجاري في التعرف على جوانب متنوعة لها أهميتها في المجالات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية ذات العلاقة بالمشاريع والأنشطة المختلفة مثل السدود والخزانات (الدليمي، ٢٠٠١م).

وتعرف الرتبة النهرية بأنها نظام لتصنيف المجاري في حوض التصريف حسب تدرجها الهرمي داخل الحوض، وتعد الرتبة النهرية بذلك معاملاً يستند عليه في تحديد نقاط التقاء الروافد ببعضها فرعية كانت أم رئيسية في الحوض الواحد (آل سعود، ١٤١٨هـ، ص٦).

ويعتبر الترتيب الهرمي تصنيف كمي ذو مدلولات مورفولوجية لديناميكية التعرية المائية، وهناك العديد من الطرق المستعملة في دراسة هذا الترتيب أهمها :

١- طريقة هورتون

٢- طريقة سترايلر

٣- طريقة شراف

٤- طريقة شايديفر

وتعتبر طريقة سترايلر أكثر الطرق المورفومترية استعمالاً نظراً لبساطة تطبيقها وسهولة إجراء مقارنات بواسطتها للأحواض المائية (بوروبة، ١٤٢٠،ص٢١).

وتعطي هذه الطريقة القنوات الابتدائية التي لا رافد لها المرتبة الأولى وهذه هي القاعدة الأولى، وعندما تلتقي قناتان من نفس الرتبة تنتج قناة من الرتبة التالية وهذه القاعدة الثانية، القاعدة الثالثة عندما تلتقي قناتان من رتبتين مختلفتين فالقناة الناتجة بعد نقطة التقائهما أسفل المنحدر ستكون استمراراً للقناة ذات الرتبة الأعلى، وتكون رتبة الحوض برمته مساوية لرتبة المصب (الحواس، ١٤٢٨هـ، ص١٣).

أطوال المجاري النهرية Stream lengths:

إن مجاري انهار الرتبة الأولى لها في المتوسط اصغر طول، في حين أن طول النهر يزداد مع زيادة رتبة المجرى النهري. وقانون أطوال المجاري النهرية هو أن " مجموع متوسطات أطوال المجاري النهرية من الرتب المتتالية تميل إلى تكوين متتالية هندسية تبدأ بمتوسط طول مجاري انهار الرتبة الأولى وتتصاعد تبعاً لنسبة طول ثابتة "، ويمكن قياس أطوال الأنهار باستخدام عجلة القياس من الخرائط الطبوغرافية، والتي يمكن أن نعرف بها مجموع أطوال الأنهار مباشرة من معرفتنا لمقياس الخريطة المستخدمة (أبو العينين، ١٩٧٩م، ص٤٤٣)، والآن يمكن حساب الأطوال حاسوبياً بأقل جهد ممكن.

ويمكن معرفة معدل أطوال المجاري في كل رتبة رغم أنها متباينة الأطوال من مكان لآخر من خلال العلاقة بين عدد المجاري وأطوالها حسب المعادلة التالية:

مجموع أطوال المجاري في الرتبة / عدد المجاري في نفس الرتبة　　　　　(المعادلة رقم ١١)

تكرارية المجاري Stream frequency:

تعبر تكرارية المجاري عن العلاقة النسبية بين عدد المجاري ومساحة الحوض، وهي تدل بذلك على درجة تخدد الحوض بواسطة التعرية المائية. وعلية فان زيادة عدد المجاري بواسطة عملية التخدد عن طريق التعرية المائية يؤدي بالضرورة إلى زيادة أطوالها ومن ثم إلى ارتفاع كثافة التصريف (بوروبة، ١٤٢٠هـ، ص١٧).

ويمكن الحصول على تكرارية المجاري بالمعادلة التالية (الصالح، ١٤١٢هـ، ص٧٨):

مجموع أعداد المجاري في الحوض **/** مساحة الحوض (المعادلة رقم ١٢)

معامل التعرج الطبوغرافي Sinuosity factor:

ويحسب كالتالي (سليم، ١٤٠٧هـ، ص٧٨):

VI = VL / Air (المعادلة رقم ١٤)

حيث:

VL = طول المجرى

Air = اقصر امتداد مابين المصب والمنبع

وكلما زادت النتيجة عن واحد صحيح زادت نسبة تعرج الوادي.

وتعتبر هذه النسبة مؤشراً لمعرفة المرحلة التحتية التي يمر بها الوادي بالإضافة إلى قدرته على الإزاحة والحركة الجانبية مما يؤثر على استعمالات الأرض، وتكمن أهمية إيجاد هذا المعامل في معرفة مدى انعطاف المجرى وما لذلك من تأثير على كمية المياه في المجرى، حيث انه كلما ازدادت درجة انعطاف الوادي ازدادت احتمالات التبخر والترشيح، بينما تقل هذه الاحتمالات عندما تنقص درجة الانعطاف، وذلك نتيجة سرعة الجريان، ووصول المياه إلى منطقة المصب في فترة زمنية قصيرة (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص٣٠).

بعض المتغيرات الهيدرولوجية:

١- معدل مسافات الجريان السطحي Overland flow distance:

تطلق كلمة الجريان Runoff أو التدفق Water flow على انسياب المياه وتحركها من مكان لآخر، ويشير الجريان السطحي إلى كل المياه التي تجري على سطح الأرض أو التي تتدفق في الجداول والقنوات و الأنهار، ويحدث عندما تتجاوز شدة المطر قدرة المجاري على استيعابه حيث تتركز

كميات كبيرة من المياه في المجاري أو في جزء منها وتصبح سرعة جريان المياه عالية مما قد يسبب حدوث الفيضانات

٢- سرعة الجريان السطحي Overland flow speed:

هناك العديد من الطرق لقياس سرعة الجريان والكثير من المعادلات، وقد أورد مرزا و البارودي، (١٤٢٦هـ، ص٢٥٥) معادلة جاتون Jaton لقياس سرعة الجريان وهي كتالي:

V = L (m) / 3.6 TC (s) (المعادلة رقم ١٥)

حيث:

V = سرعة الجريان السطحي

L (m) = طول المجرى الرئيسي بالأمتار

3.6 = ثابت

TC (s) = زمن التركيز بالثواني

وتعكس سرعة الجريان في الأحواض معدل الانحدار فيها فسرعة الجريان تزيد مع زيادة الانحدار والعكس.

٣- زمن التركيز Concentration Time:

وهناك الكثير من المعادلات التجريبية التي تقيس زمن التركيز منها معادلة Kirpich (درادكة، ١٤٢٠هـ، ص١١٨) ولكنها تستعمل للأحواض الصغيرة فقط والتي تكون مساحتها ٢٠٠ أيكر وهو ما يعادل ٠,٨كم ولهذا فلا يمكن استخدامها للحوض ككل وللأحواض الجزئية الكبيرة، وهناك معادلة أخرى لجاتون Jaton أوردها مرزا والبارودي (١٤٢٦هـ، ص٢٥٤)، وتم تطبيقها على أحواض أودية الحرم المكي، والمعادلة كالتالي:

$TC = 76.3\sqrt{s}/\sqrt{i}$ (المعادلة رقم ١٦)

حيث أن:

TC = زمن التركيز

76.3 = ثابت

√s = الجذر التربيعي لمساحة الحوض

√i = الجذر التربيعي لمعدل الانحدار (٪)

٤ - معامل الفيضان Flood factor:

ويبين هذا المعامل قوة احتمالات حدوث الفيضانات من عدمها، وقد تم حساب معامل الفيضان عن طريق معادلة جاتون Jaton والتي أوردها مرزا والبارودي (١٤٢٦هـ، ص٢٥٣):

كثافة التصريف لكل حوض × في تكرارية مجاري الرتبة الأولى لكل حوض (المعادلة رقم ١٧)

٥ - قمة التدفق باستخدام طريقة تالبوت Peak Discharge use of Talbot method:

على النحو التالي:

$Q = K\ C\ A^{n}\ Rf\ Ff$ (المعادلة رقم ١٨)

حيث أن:

Q = قمة التدفق أو التصريف م٣/ث

K = ثابت يعطي قيمة ٠,٥٥٨ للأحواض ذا المساحة المتوسطة، و٣,٥٦١ للأحواض الكبيرة، و١٠,١٦٦ للأحواض الكبيرة جداً أو الإقليمية.

والمساحة المتوسطة تتراوح من ٤ – ١٢,٦كم٢

والمساحة الكبيرة تتراوح من ١٢,٧ – ٣٥٩,٤كم٢

والمساحة الكبيرة جداً أو الإقليمية هي التي تكون اكبر من ٣٥٩,٤كم٢

C = معامل تصريف يقوم بجمع $C_3C_2C_1$ حيث أن C_1 معامل لتحديد طبيعة المنطقة، C_2 هو معامل انحدار منطقة التصريف، C_3 معامل الشكل لمنطقة التصريف، وتكون على النحو المبين في الجدول رقم (٢).

A = مساحة الحوض

n = هو أس يتوقف على حجم حوض التصريف فيعطي القيمة ٠,٧٥ للمساحة المتوسطة، و٠,٥٠ للمساحة الكبيرة، ٠,٤٠ للمساحة الكبيرة جداً أو الإقليمية.

Rf = معامل المطر ويعطي قيمة ١,٥ للمساحة المتوسطة، ١,٤ للمساحة الكبيرة والكبيرة أو الإقليمية.

Ff = معامل فترة الرجوع، ويظهر (جدول رقم ٣) معامل فترة الرجوع لكل مجموعة من السنوات.

تاسعاً: الدراسات السابقة :

رغم الاهتمام بالدراسات الجيومورفولوجية إلا أن الدراسات المورفومترية قليلة، ويمكن تقسيم تلك الدراسات إلى:

الدراسات الجيومورفولوجية التي تضمنت قياسات مورفومترية:

قدم صادق (١٩٨٦م) دراسة تحليلية جيومورفولوجية عن بعض أحواض التصريف في غرب سيناء ووسط الجزيرة العربية وغرب وادي النيل، وتناول فيها دراسة بعض الخصائص المورفومترية، وتوصل من خلالها إلى أن كثافة التصريف عالية في بعض أحواض غرب سيناء، وان عدد المجاري المائية وأطوالها كبيرة بالنسبة لمساحة كل حوض، وهذا يدل على أن الصخور الموجودة ذات نفاذية ضعيفة ، وان درجة الانحدار عالية نسبياً.

ودرس سليم (١٤٠٧هـ) كذلك بعض أحواض الأودية بهضبة نجد دراسة جيومورفولوجية، وخلص إلى أن نظم التصريف المائي في أحواض أودية هضبة نجد رغم كبر أحجامها وتعدد شبكاتها فإنها تعكس ظروف بيئية صحراوية جافة وان خصائصها الحالية قد استمدتها من ظروف مناخية

جدول رقم (٢) قيم $C_3C_2C_1$ المستخدمة في المعادلة

منطقة جبلية	0.30	C_1
شبه جبلية	0.20	
ارض منخفضة	0.10	
S > 15%	0.50	C_2
10 < S < 15%	0.40	
5% < S < 10%	0.30	
2% < S < 5%	0.25	
1% < S < 2%	0.20	
0.5% < S < 1%	0.15	
S <0.5%	0.10	
W = L	0.30	C_3
W = 0.4 L	0.20	
W = 0.2	0.10	

S = الانحدار w = العرض L = الطول

جدول رقم (٣) فترات الرجوع

Ff	فترات الرجوع بالسنوات
٠,٦٠	٥
٠,٨٠	١٠
١,٠٠	٢٥
١,٢٠	٥٠
١,٤٠	١٠٠

المصدر: قريشي والحسون، ١٤١٦هـ.

مطيرة كانت تسود تلك البيئات الصحراوية في البليستوسين وقد أثرت تلك الظروف الرطبة في تشكيل سطح الأرض بهضبة نجد وغيرها من المناطق في نفس العروض ونظراً لبساطة البنية والتركيب الجيولوجي بالهضبة وندرة الصدوع والفوالق بها فقد أثر ذلك على نظم التصريف المائي بها حيث أن أغلبها قد استطاع أن يجتاز مرحلة الشباب ويصل إلى مرحلة النضج الجيومورفولوجي كما اتضح من القياسات المورفومترية، كما أن بعض الأودية قد وصل إلى مرحلة الهرم حيث يبدو على العديد منها التمزق الشديد واتساع القنوات المائية وانتشار الرواسب المائية والهوائية على طول إمتداداتها والتراجع الواضح للحافات مع انتشار ظاهرة الأسر النهري.

كما درس سليم (١٤٠٧هـ) مورفولوجية الأراضي بمنطقة أبها الحضرية من خلال الملاحظات الميدانية والقياسات المورفومترية، ووجد أن المنطقة بكاملها تمر بمرحلة الشباب وتدل على ذلك مظاهر الحداثة في طول امتداد مجاري الأودية وفي مناطق أحواضها مثل شدة الانحدار وكثرة العقبات على طول امتدادها وضيقها مع إحاطتها بجروف مرتفعة في معظم قطاعاتها.

وأنجزت العقيل (١٤١٤هـ) رسالة لنيل درجة الماجستير عن حوض وادي البرة دراسة جيومورفولوجية، وقد توصلت إلى أن هناك اختلافات بسيطة بين نتائج تحليل شبكة التصريف للحوض المستمدة من الصور الجوية، وبين النتائج المستمدة من تطبيق معادلات هورتون، وتوصلت كذلك إلى أن درجة الكثافة للتصريف تعطي مؤشراً قوياً عن كفاءة شبكة التصريف في منطقة شمال شرق خانق البرة.

كما قدمت القاسم (١٤١٣هـ) دراسة جيومورفولوجية للحصول على درجة الدكتوراه للمنطقة الواقعة بين الرياض والخرج، ووجدت انه بالرغم من الاختلاف في طبيعة وخصائص شبكة التصريف في منطقة الدراسة وبين المناطق الرطبة وشبة الرطبة إلا أن هناك بعض التشابه في طبيعة العلاقة بين الخصائص المورفومترية التي تكون شبكة التصريف في منطقة الدراسة بالبنية مما نتج عنه أنماط تصريف كانت انعكاساً لتأثير البنية عليها وأخرى لم تتأثر بها، كما توصل إلى أن أحواض التصريف في منطقة الدراسة تتباين في بعض الخصائص المورفومترية، وتتشابه أحواض التصريف في منطقة الدراسة مع شبكات التصريف في المنطقة الوسطى والغربية كذلك المناطق الجافة وشبة الجافة في العالم، ولكنها تختلف عن المناطق الرطبة وربما يرجع ذلك إلى طبيعة المناخ من جهة أخرى.

كما كتبت القرشي (١٤١٨هـ) رسالة علمية لنيل درجة الماجستير عن حوض وادي وج بمنطقة الطائف دراسة في الجغرافيا الطبيعية، وقد تناولت دراسته الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف، وقد توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج، منها تباين أحواض روافد الوادي من حيث المساحة وعدد المجاري وأطوالها وغير ذلك من الخصائص، إضافة إلى أن كثافة التصريف في الحوض أدت إلى تميز نسيجه التضاريسي بالخشونة، وان الشكل الطولي هو الشكل الذي يغلب على حوض الوادي.

وقدمت العقيل (١٤٢٢هـ) رسالة علمية لنيل درجة الدكتوراه حوض وادي لحاء دراسة جيومورفولوجية تناولت خلالها الخصائص المورفومترية للحوض ولشبكة التصريف، وخلصت إلى مجموعة من النتائج منها أن درجة كثافة التصريف تعطي مؤشراً قوياً عن كفاءة شبكة التصريف في المنطقة، وهذا من شأنه أن يزيد من درجة الخطورة على المحال العمرانية إذ تتميز معظم روافد الوادي باستقامتها وضيقها وشدة انحدارها مما يزيد من كفاءتها على نقل السيول إلى الوادي الرئيسي، وقد أظهرت دراسة السفوح أنها قد مرت بعدة مراحل تطويرية نتج عنها اختلاف أنماط تراجع السفوح من قطاع لآخر.

وكذلك قدم العرومي (٢٠٠٢م) دراسة جيومورفولوجية لأودية البيئات المدارية الجافة قام بتطبيقها على وادي تبن في الجمهورية اليمنية، وقدم فيها دراسة مورفومترية لحوض الوادي استخدم فيها الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ :١٠٠,٠٠٠ و١ :٥٠,٠٠٠، وقد أوضحت الدراسة المورفومترية الظروف الطبيعية وتضافرها في تحديد خصائص الحوض الشكلية، وقد أوضحت مدى التنافر في طبيعة الحوض البنائية والطبوغرافية والمناخية حيث تؤثر سلباً وإيجابا على الجريان والنتح والتبخر والتسرب.

كما أنجز العريفي (١٤٢٥هـ) رسالة علمية للحصول على درجة الماجستير، عن التحليل الرقمي للمرئيات الفضائية لتحديد التغيرات المكانية والزمانية للخصائص السطحية لسبخات الداخلية في منطقتي القصيم وحائل، وقد درس الخصائص المورفومترية لأحواض السبخات، وخلصت الدراسة إلى انه تتباين العلاقات الارتباطية للخصائص المورفومترية لأحواض السبخات المدروسة، وتشير القيم المنخفضة للكثافة التصريفية لشبكة المجاري لأحواض السبخات إلى النفاذية العالية بهذه الأحواض.

وقد نشر كلاً من مرزا والبارودي (١٤٢٦هـ) بحثاً يتناول السمات المورفولوجية المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض الحرم المكي الشريف، وقد خلص البحث إلى أن هناك مناطق لتجمع السيول، وقد أثرت فيها عوامل بشرية كالطرق المسفلتة، والتي تعمل على سرعة الجريان وعظم الفيضانات، مقارنة بما تم قياسه في الحالة الطبيعية لتلك الأحواض.

الدراسات المورفومترية :

ودرست آل سعود (١٤١٨هـ) في حوض شعيب نساح التحليل المورفومتري لشبكة التصريف المائي السطحي، وخلصت الباحثة إلى أن الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائي السطحي تأثرت بالخصائص الليثولوجية لتكوينات الشعيب، كما توصلت الدراسة إلى قاعدة معلوماتية تتضمن الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائي السطحي، كما ساهمت النتائج الرقمية والمعادلات الرياضية للنموذج الأرضي لشبكة التصريف في إعطاء مدلولات وتفسيرات جيومورفولوجية دقيقة لكافة الخصائص المورفومترية للحوض.

كما درس الدوعان (١٤١٩هـ) أودية الحرم بالمدينة المنورة دراسة مورفومترية، وخلص إلى أن الكثافة التصريفية للأودية الكبيرة (قنا، العقيق وبطحان) ذات قيم منخفضة وذلك لعدة عوامل لعل من أهمها وقوع هذه الأودية في النطاق الجاف (اقل من ١٠٠ملم سنوياً)، ووجود كميات ارسابية ضخمة من الرواسب الخشنة المفككة والتي تستحوذ على كميات كبيرة من المياه المنسابة، وكذلك عظم نسب التفرع لهذه الأودية خاصة قنا والعقيق.

ودرس بوروبة (١٤٢٣هـ) الخصائص المورفومترية لحوضي وادي عركان ووادي يخرف رافدي وادي بيش بالمملكة، وقام بدراسة مقارنة بين الحوضين في الخصائص المورفومترية، وخلصت الدراسة إلى أن البيانات التضاريسية بالحوضين أدت إلى وجود تباينات واضحة في تكرارية المجاري وكثافة التصريف ومتوسط أطوال المجاري ومتوسط مساحة الحوض والتي انعكست بوضوح على تطور عمليات التعرية المائية والترتيب الهرمي.

وظف الغامدي (١٤٢٧هـ) في بحث علمي نظم المعلومات الجغرافية في استخراج بعض القياسات المورفومترية من نماذج الارتفاعات الرقمية، ووجد أن استخدام نماذج الارتفاعات الرقمية

بدقة تمييز ٣٠م هي بديل ناجح للخرائط الكنتورية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠، كما توصل إلى أن نظم المعلومات الجغرافية تهيئ الوسيلة المثلى لمعالجة وتحليل نماذج الارتفاعات الرقمية مدعومة بعدد من المزايا أهمها السرعة في الانجاز والدقة في النتائج ودرجة الصحة العالية مقارنة بالوسائل التقليدية، كما توصل إلى قابلية نظم المعلومات الجغرافية على استخراج قيم عشرات من القياسات المورفومترية لعشرات من الأحواض في آن واحد، وكذلك توصلت الدراسة إلى انه بالإمكان التكامل بين عدد من برامج الحاسوب في إجراء مجموعة كبيرة من الحسابات والقياسات المورفومترية المتعلقة بالشكل والمساحة والتضاريس ونظم التصريف، ويمكن أن يبنى على البيانات المستخلصة لإستخراج بقية المتغيرات التي لم توظف لها تلك البرامج باعتبار أن البيانات المستخلصة عن طريق هذه البرامج قد اشتملت على معظم المتغيرات المورفومترية الأساسية.

ووظف كذلك الحواس (١٤٢٨هـ) تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد وتحليل الخصائص الهيدرومورفومترية لأحواض التصريف الصحراوية، وقد استخدم نماذج الارتفاعات الرقمية في تحليل الخواص المساحية والخطية والمورفومترية باستخدام مجموعة من البرامج (Arc Hydro, Arc map, Erdas) ، وتوصل إلى الحوض في حالة استقرار تام، وان معدل الانحدار لقنوات الرتبة الأولى أعلى بكثير من المعدل العام للحوض.

كما أنجزت الحربي (١٤٢٨هـ) بحثاً عن النمذجة الآلية لحوض وادي ملكان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية، وقد أثبتت دراستها إمكانية إيجاد تكامل وظيفي للعديد من برامج نظم المعلومات الجغرافية، وان بيانات نماذج الارتفاعات الرقمية بدقة تميز ٣٠م توفر بيئة العمل الملائمة لنمذجة العديد من المؤشرات الجيومورفولوجية، كما وجدت أن الحوض يمر بمرحلة متقدمة من دورته التحاتية.

الدراسات الهيدرولوجية :

كتب الحربي (١٤١٩هـ) رسالة علمية للحصول على درجة الماجستير عن مصادر المياه في وادي الليث، ووجد أن المنطقة تتميز بمجموعة من الخصائص المورفومترية والتي أثرت بشكل مباشر على طبيعة توزيع مصادر المياه، كما توصل إلى أن الحوض يميل إلى الاستطالة مما يتيح للمياه بالتسرب إلى الطبقات الحاملة للمياه.

وقد درس الصبياني وبيومي (٢٠٠٢م) تحليل الخصائص الطبيعية والهيدرولوجية لحوض وادي يلملم في منطقة مكة المكرمة، وقد أظهرت الدراسة المورفومترية أن الوادي يتميز بأنه يصرف حوضاً كبيرا تبلغ مساحته حوالي ١٦٠٠كم٢، ويوجد في الوادي مياه جارية محلية في أعلى الوادي طوال أيام السنة.

درس الصبياني (١٤٢٥هـ) مصادر المياه الجوفية في حوضي وادي يلملم ووادي أدام، وقد انتهت الدراسة إلى أن وادي يلملم به مخزون مائي جيد يمكن استغلاله كمصدر استراتيجي متجدد لمنطقة مكة المكرمة، إذ أن التغذية المطرية للحوض تبلغ حوالي ٢٠ مليون م٣ في السنة، وبتالي يمكن استغلال مخرج الوادي كمصدر متجدد لمنطقة مكة من المياه.

وتناول الجعيدي (١٤٢٦هـ) استخدام صور الاستشعار عن بعد الرقمية عالية الوضوح المكانية لتحديد امتداد فيضانات السيول في سهل الخرج، وقد توصل إلى أن بيانات سبوت ٥ عالية الوضوح المكاني ذات فاعلية في رسم امتداد فيضانات السيول في سهل الخرج، وقد ساعدت أساليب المعالجة الرقمية المتمثلة في دمج الصور وكشف التغير وتحليل المركبات الرئيسية والتصنيف على تحديد المناطق المعرضة للسيول، فعملية دمج الصور البانكروماتية ٢,٥م مع الصور المتعددة الأطياف ١٠م ساهمت بشكل فاعل في التعرف على المجاري المائية، وقد ساهمت كذلك هذه الأساليب على تحديد الاختلافات التي طرأت على التربة قبل وبعد الفيضان ومن خلال أسلوب التصنيف المراقب استطاع الباحث رسم خريطة موضوعية لمناطق الفيضان.

كما قيم بيومي (١٤٢٩هـ) تقيماً كمياً مصادر المياه في الجزء السفلى من حوض وادي يلملم، وخلص إلى أن الحوض به مخزوناً مائياً كبيراً ويمكن استغلاله كمصدر استراتيجي متجدد لمكة المكرمة كونها تحتاج إلى المياه بصفة متزايدة ومستمرة، وخلص إلى أن المنطقة بها ٩ ملايين م٣ من المياه كمخزون مساند لمنطقة مكة المكرمة، وقد اقترح عدة مواقع لإنشاء شبكة من الآبار في منطقة الميقات لضخ ما يقارب ٧٥٠٠ م٣ من المياه يومياً بشكل آمن ومتجدد.

الفصل الثاني

الخصائص المورفومتريـــة لحوض وادي يلملم

أولاً: الخصائص المساحية

ثانياً: الخصائص الشكلية

ثالثاً: الخصائص التضاريسية

رابعاً: خصائص شبكة التصريف

مقدمة

تمثل دراسة الأحواض المائية جانبا كبيرا من اهتمام الجومورفولوجيين، لما لهذه الأحواض من دلالات بيئية عديدة. فالخصائص المورفومترية للأحواض المائية عامة ترتبط ارتباطا مباشرا بالعوامل الطبيعية، خاصة البنية الجيولوجية والمناخ والغطاء النباتي وأية تغيرات تطرأ عليها، كما تلقي دراسة تلك الخصائص الضوء على هيدرولوجية المجاري المائية وإنتاجها الرسوبي ودورها في تطوير الأشكال الإرسابية والحتية المختلفة. يضاف إلى ذلك إن هذه الدراسة تمثل قاعدة ضرورية لاهتمامات علمية أخرى، كتلك المتعلقة بالمصادر المائية، والتربة، والهندسة الجيولوجية. وتحدد العوامل الطبيعية السائدة في بيئات الأحواض المائية خصائصها المورفومترية إلى حد كبير، إذ تتفاعل هذه العوامل لتساهم في النهاية في تطوير السمات الجيومورفولوجية المميزة لتلك الأحواض (العقيل، ١٤٢٢هـ).

وهذا الفصل سيتعرض لأهم المتغيرات المورفومترية الخاصة بحوض وادي يلملم وأحواضه الجزئية والتي أشارت إليها اغلب الدراسات والبحوث، وقد أشار الغامدي (١٤٢٧هـ) أن شورلي وكينيدي Chorley and Kennedy قد حددا ستة عشر قياساً مورفومترياً اعتبراها كافية من وجهة نظرهما لدراسة أي حوض مائي. وهذه المقاييس هي: طول محيط الحوض perimeter، ومساحة الحوض Drainage Basin Area، وأعلى منسوب ارتفاع، وأقل منسوب ارتفاع، والتضاريس القصوى، والتضاريس النسبية relative relief، ونسبة الاستدارة، ومجموع أطوال المجاري لكل رتبة، ومجموع أطوال المجاري في الحوض ككل، وكثافة التصريف drainage density، وعدد المجاري الكلي للحوض، وعدد المجاري لكل رتبة، وتكرار المجرى Stream frequency، وقيمة الوعورة ruggedness number، ونسبة التشعب bifurcation ratio، والتكامل الهيبسومتري، وقد برر الباحثان اختيارهما لهذه القياسات كونها تغطي أهم ثلاثة خصائص في دراسة الأحواض المائية، وهي امتداد الحوض وشكله واللذان يحددن مقدار الكمية المستقبلة من التساقط والإشعاع الشمسي، والتضاريس ومجمل الانحدار وهي في مجموعها تحدد سرعة الجريان، وكثافة شبكة المجاري density of channel network التي تحدد الفاعلية efficiency. وهذه الخصائص في مجملها تعكس التوازن بين نوع الصخر وبنيته والظروف المناخية.

وفي هذه الدراسة تم استخراج نحو ٣٠ متغيراً مورفومترياً على مستوى الحوض والرتبة وعلى مستوى الأحواض الجزئية أيضاً.

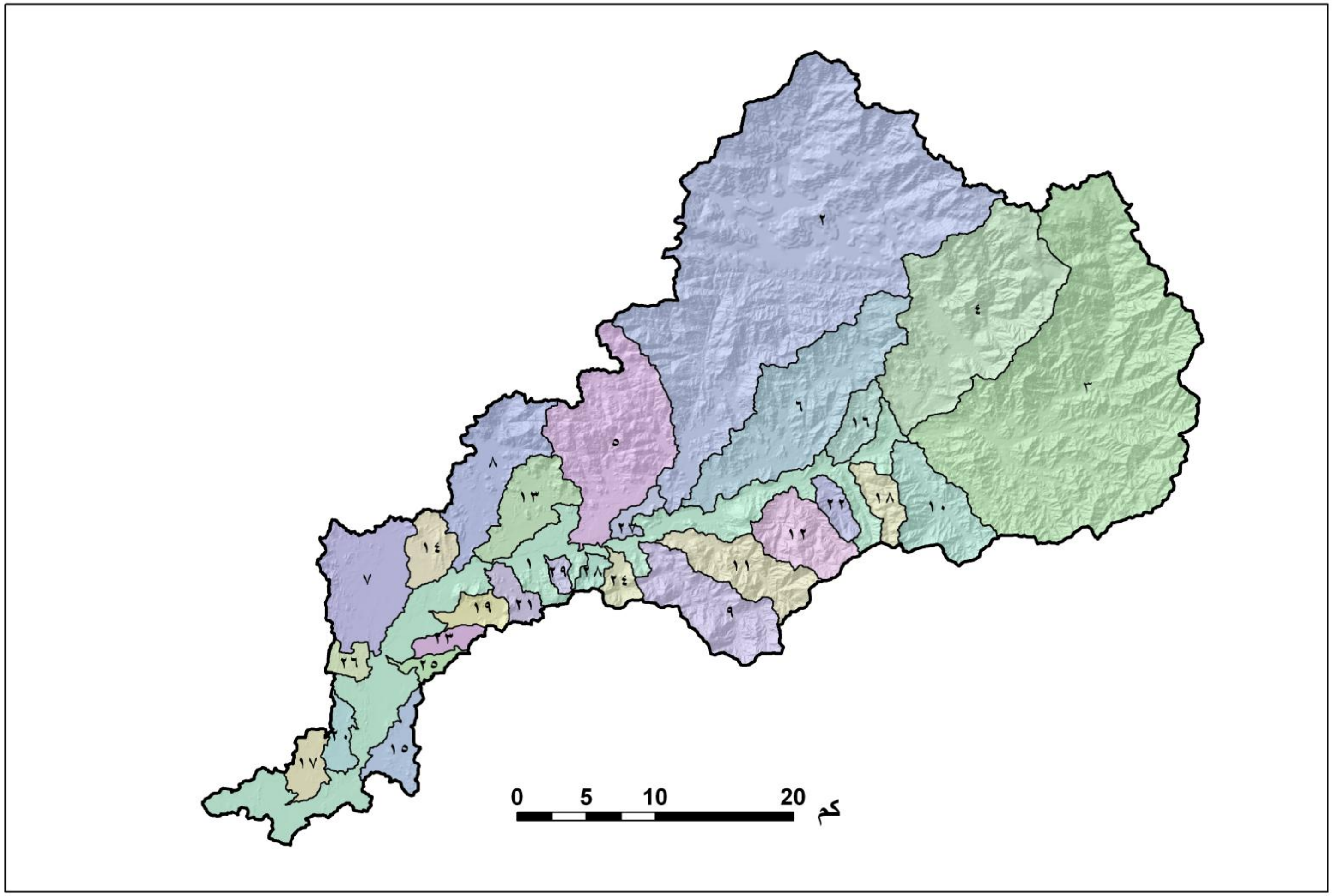
إن حوض وادي يلملم يتكون من حوضيين كبيرين يلتقيان ليشكلان مجمل الحوض، وهو بذلك يتكون من ثلاثة أحواض كبيرة، ولإبراز الاختلافات المكانية رأت الباحثة تقسيم الحوض إلى عدة أحواض جزئية تم تحديدها ابتداءً من الرتبة الرابعة فأعلى بشرط اتصالها بالمجرى الرئيسي للحوض، وقد تم اختيار الرتبة الرابعة فأعلى لأن أحواض الرتب العليا لها أهميتها في بيان الاختلافات في التغذية المائية المرتبطة بالمتغيرات المورفومترية إضافة إلى أنه يمكن اعتبارها أحواض مستقلة يمكن دراستها. وبذلك فقد بلغ عدد الأحواض الجزئية ٢٩ حوضاً جزئياً (شكل رقم ٩)، ويشكل الحوض رقم (١) المناطق البينية والتي تصب مجاريها في المجرى الرئيسي مباشرة.

أولاً: الخصائص المساحية

١ - مساحة حوض التصريف المائي Drainage Basin Area:

تعتبر مساحة الحوض من أهم الخواص المساحية المستخدمة كثيرا في النماذج الهيدرولوجية وتستخدم في حساب الكثير من المقاييس المهمة مثل كثافة التصريف ومنحنى التكامل الهيبسومتري للمساحة وغير ذلك (الحواس، ١٤٢٨هـ، ص٢٩). وان مساحة حوض التصريف تعد العامل الرئيس المحدد لكمية المياه المنصرفة في الحوض بشكل واضح إذا كانت جميع العوامل الأخرى ثابتة مثل الخصائص الليثولوجية للصخور والبنية الجيولوجية والغطاء النباتي والظروف المناخية وهذا يعني انه كلما زادت مساحة الحوض زادت كمية الأمطار التي يستقبلها (العقيل، ١٤٢٢هـ، ص١٢٣).

وتتطور المساحة الحوضية مباشرة بعد تشكيل مجرى مائي ويرتبط ذلك بحدوث زيادة ملحوظة في كل من عمق وكمية وانحدار وسرعة جريان المياه، السطحية مما يؤهلها إلى ممارسة حفر رأسي تراجعي باتجاه مناطق تقسيم المياه ويؤدي إلى زيادة مضطردة في مساحة التغذية المائية للمجرى، ويتم ذلك على حساب مناطق تقسيم المياه التي تخضع تدريجياً للنشاط الحتي التراجعي (سلامة، ١٤٢٥هـ، ص١٧١).



شكل رقم (٩) الأحواض الجزئية في حوض وادي يلملم

المصدر: الباحثة.

وهناك الكثير من الطرق والبرامج التي تقوم بحساب مساحة الحوض ولكن بعد استخراج شبكة التصريف وقد تم استخدام إضافة في برنامج Arc map وهي إضافة X tool pro لحساب مساحة الحوض ككل والأحواض الجزئية كذلك.

وقد بلغت مساحة حوض وادي يلملم نحو ١٦٣٩كم٢ (جدول رقم ٤)، والحوض يتكون في أعلاه من ثلاث أحواض جزئية كبيرة هي شعب راك رقم (٢) ٣٩٣,٢٣ كم٢، ووادي الرنيفة رقم (٣)٣١٨,٨١كم٢ووادي الحشاء رقم (٤) ١٣٢,٣٨كم٢ والتي شكلت في مجملها حوالي ٥١,٤٪ من مساحة حوض وادي يلملم (جدول رقم ٢)، ولعل السبب في زيادة مساحة هذه الأحواض في أعلى الوادي بالنسبة لبقية أجزاءه تعود إلى الظروف البنيوية للمنطقة فهي عبارة عن منطقة انكسارات وصدوع وبالتالي نشطت فيها عمليات التعرية النهرية الجبلية الشديدة والنحت التراجعي والانزلاقات الأرضية مما ساعد على زيادة مجاري الرتبة الأولى وزيادة التفرع ومن ثم زيادة مساحة هذه الأحواض لأن الحوض في مرحلة متقدمة نوعاً ما ولهذا تمكن من النحت في الصخور الصلبة وتوسيع أحواضه.

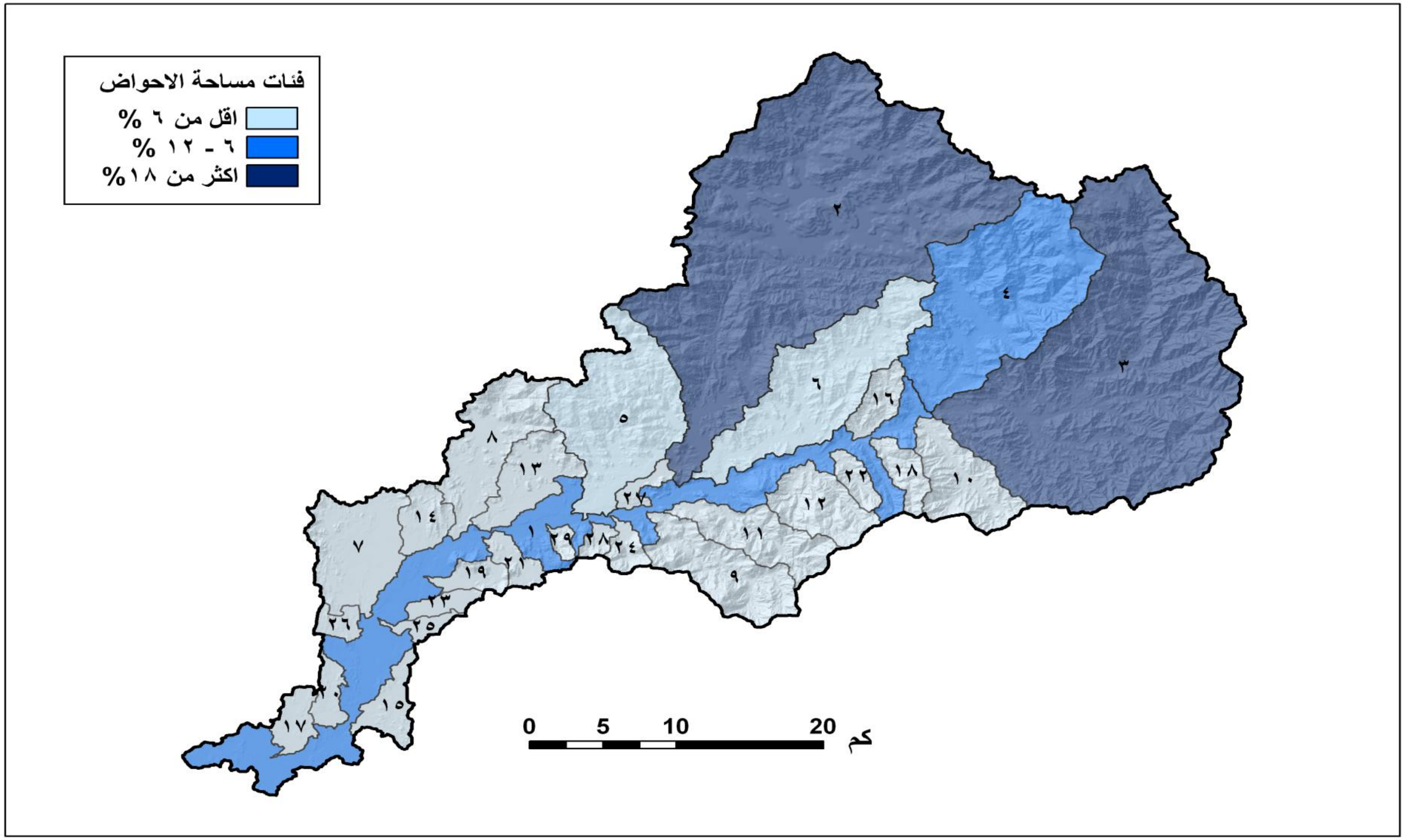
وقد تراوحت مساحات الأحواض الجزئية مابين ٣٩٣,٢٣كم٢ لحوض رقم (٢) والذي يقع كما أسلفنا في أعلى الحوض، و٠,٢٢كم٢ للحوض رقم (٢٩) ويقع عند مصب الحوض والذي يقع عند مصب الحوض (شكل رقم ١٠). وقد تم تصنيف الأحواض إلى عدد من الفئات تمثل نسبة مساحة هذه الأحواض كما في الجدول رقم (٥).

ومن خلال الجدول السابق نجد أن ٨٦,٢٠٪ من الأحواض الجزئية في الوادي والتي تتمثل في ٢٥ حوضاً هي ذات مساحة صغيرة تقل عن ٦٪ من مساحة الحوض وتتراوح مساحاتها من ٩٠,٢٨كم٢ إلى ٣,٧١كم٢، والسبب في ذلك يعود إلى أن جميع هذه الأحواض ذات انحدارات قليلة وبالتالي فان النحت يكون فيها ضعيفا مما لا يمكن الروافد العليا من توسيع أحواضها، إضافة إلى أنها أحواضاً صدعية نشأت على طول امتداد الصدوع الصغيرة، وتمثل الفئة الثانية ٦,٨٩٪ من مجموع الأحواض الجزئية وتشمل الحوضين رقم (١) ورقم (٤) وتبلغ مساحة كل منهما ١٣٢,٣٨كم٢ ١٧٦,٢٦كم٢ على التوالي، والحوض رقم ١ يمثل مناطق بين الأحواض حيث بلغت نسبة مساحته

جدول رقم (٤) مساحة الأحواض الجزئية بحوض وادي يلملم

الأحواض الجزئية	المساحة كم٢	نسبة مساحة الحوض الجزئي %
١	١٧٦,٢٦	١٠,٧٥
٢	٣٩٣,٢٣	٢٣,٩٨
٣	٣١٨,٨١	١٩,٤٤
٤	١٣٢,٣٨	٨,٠٧
٥	٩٠,٢٨	٥,٥٠
٦	٩٦,١٤	٥,٨٦
٧	٥٠,٠٩	٣,٠٥
٨	٥٠,٢٠	٣,٠٦
٩	٤٦,١٠	٢,٨١
١٠	٣٨,٠٦	٢,٣٢
١١	٣٥.٠٥	٢,١٣
١٢	٣٠,٠٨	١,٨٣
١٣	٢٩,٩٥	١,٨٢
١٤	٢٥,٩١	٠,٩٧
١٥	١٦,٠٦	٠,٩٧
١٦	١٣,٦٧	٠,٨٣
١٧	١١,٩٠	٠,٧٢
١٨	١٢,٨٦	٠,٧٨
١٩	١٠,٢٣	٠,٦٢
٢٠	٩,٥٥	٠,٥٨
٢١	٩,٨٤	٠,٦٠
٢٢	٨,٨٣	٠,٥٣
٢٣	٧,٤١	٠,٤٥
٢٤	٨,٥٠	٠,٥١
٢٥	٥,٨٣	٠,٣٥
٢٦	٦,٧٦	٠,٤١
٢٧	٦,٥٥	٠,٣٩
٢٨	٤,٧٨	٠,٢٩
٢٩	٣,٧١	٠,٢٢
وادي يلملم	١٦٣٩,١٥	٪١٠٠

المصدر: الباحثة.



شكل رقم (١٠) فئات مساحة الأحواض الجزئية بحوض وادي يلملم

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٥) التوزيع التكراري لفئات المساحة في الأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ٦٪	٢٥	٨٦,٢٠٪	٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩
٦ - ١٢٪	٢	٦,٨٩٪	١، ٤
أكثر من ١٢٪	٢	٦,٨٩٪	٢، ٣
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

١٠,٧٥٪ من مساحة الحوض أما الفئة الثالثة فتمثل ٦,٨٩٪ من مجموع الأحواض الجزئية وتشمل الحوضين رقم (٢) ورقم (٣) واللذان تبلغ مساحة كل منهما ٣١٨,٨١كم٢ و ٣٩٣,٢٣كم٢ على التوالي.

٢ - أبعاد حوض التصريف:

أ- طول حوض التصريف Drainage Basin Length:

يقصد بطول الحوض طول مسافة الخط المستقيم الذي يرسم بين أبعد نقطة على محيط الحوض والمصب.

يبين هذا المقياس الخصائص التضاريسية للأحواض النهرية حيث يؤثر على سرعة الجريان والتسرب والتبخر والنتح، والكثير من الخصائص المورفومترية التي تعتمد في حسابها على هذا المقياس (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص٩٣).

وقد تم قياس طول الحوض إبتداءاً من نقطة المصب عند ارتفاع ٦٩,٤م إلى ابعد نقطة على محيط الحوض عند ارتفاع ٢٠٥٩,٩٤م على طول امتداد المجرى الرئيسي، وقد بلغ أقصى طول لحوض وادي يلملم نحو ٨٠,٨٤كم جدول رقم (٦)، وهي تعتبر مسافة طويلة إذا ما قورنت ببعض الأحواض مثل حوض وادي ملكان ٧٨كم (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص٩٣) وأحواض الحرم المكي الزاهر، إبراهيم، محسر واللاحجة وهي على التوالي ٣٥ ، ٣٣ ، ١٣ ، ١٣كم (مرزا والبارودي، ١٤٢٦هـ، ص٢١٢) ووادي لحاء ٥٢كم (العقيل، ١٤٢٢هـ، ص١٣٠).

وبقسمة الطول على العرض نجد أن الطول يعادل أربعة إضعاف العرض وهذا يدل على استطالة الحوض وبالتالي زيادة زمن التركيز.

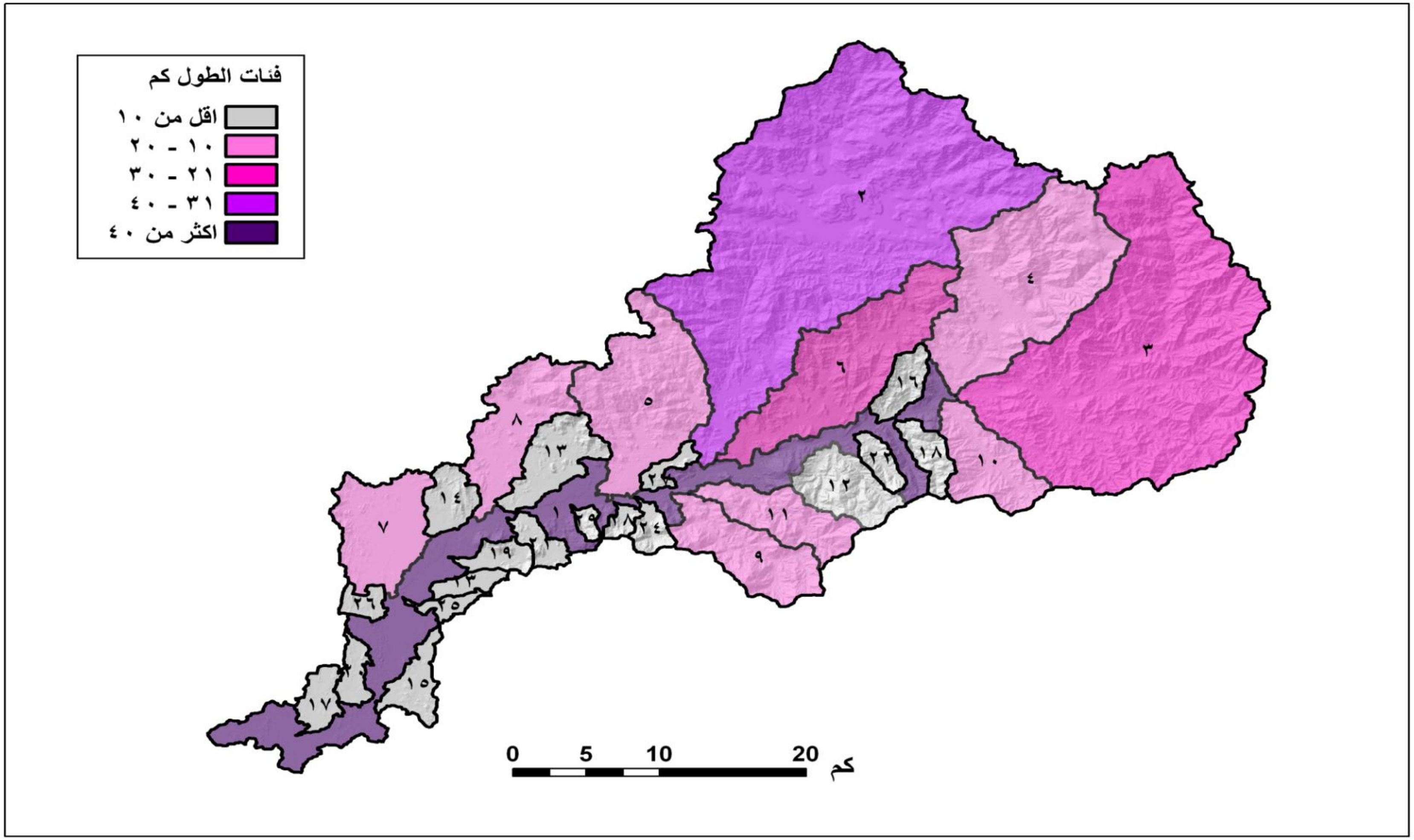
وتراوحت أطوال الأحواض الجزئية ما بين أقصى طول والذي تمثل في الحوض رقم (١) والذي بلغ طول حوضه ٥٧,٩٠كم، وأقل طول بين الأحواض الجزئية للحوض رقم (٢٨) والذي بلغ ٣كم (شكل رقم ١١) .

وقد تم تصنيف أطوال الأحواض إلى مجموعه من الفئات كما في الجدول رقم (٧)، والذي يظهر منه أن الفئة الأولى والتي تمثل ١٨ حوضاً يقل طول كل منهما الأحواض عن ١٠كم وهي تلك التي تشكلت على امتداد الصدوع القصيرة الطول في أسفل ووسط الحوض، والفئة الثانية تشمل الأحواض التي تقع أطوالها بين ١٠ – ٢٠ كم وتشكل ٢٤,١٣٪ من مجموع الأحواض الجزئية وتشمل ٧ أحواض، أما الفئة الثالثة فتمثل الأحواض التي تقع أطوالها بين ٢١ – ٣٠ كم وتمثل ٦,٨٩٪ من مجمل الأحواض وتشمل الحوضين رقم (٣) ورقم (٦) وهي أحواض ذات مساحة كبيرة ، والفئة الرابعة فتمل حوضاً واحداً وهو حوض رقم (٢) وهو أيضاً ذو مساحة كبيرة، والفئة الأخيرة تمثل الحوض رقم (١) وهو حوض المناطق البينية والذي يمثل المجرى الرئيسي لحوض وادي يلملم والذي يتكون بالقرب من منابع الحوض وبلغ طوله ٥٧,٩٠كم ويشكل ٧١,٦٢٪ من طول حوض وادي يلملم.

جدول رقم (٦) أبعاد حوض وادي يلملم وأحواضه الجزئية

الأحواض الجزئية	أقصى طول كم	العرض كم	المحيط كم
١	٥٧,٩٠	٢,٧٧	٢٥٠,١٨
٢	٣٦,٣٩	١٠,٨٠	١٢٦,٨٠
٣	٢٨,٦٨	١١,١١	٩٦,٦٧
٤	١٩,٥٧	٦,٧٦	٦٠,٣٤
٥	١٧.٥٠	٥,١٥	٥٨,٧٧
٦	٢٢.٢٢	٤,٢٣	٦٥,١٥
٧	١٠.٤٠	٤,٨١	٣٨,٨٦
٨	١٤.٨٩	٣,٣٧	٤٧,١٥
٩	١٣,٢٤	٣,٤٨	٣٧,٠٥
١٠	١٠,٦٠	٣,٥٩	٣١.٨٠
١١	١١,٧٠	٢,٩٩	٣٥,٧٩
١٢	٧,٥٦	٣,٩٧	٢٦,١٣
١٣	٩.٤٠	٣,١٨	٣١
١٤	٥,٥٠	٢,٨٩	١٨,٨٦
١٥	٧.٧٨	٢,٠٦	٢٦,٢٩
١٦	٧,١٤	١,٩١	١٨.٢٣
١٧	٦,٤٩	١,٨٣	٢٠,١٨
١٨	٧,٢٩	١,٧٦	١٩,٠٤
١٩	٥,٨٣	١,٧٥	١٨,٠٤
٢٠	٦,٢٠	١,٥٤	١٩,٥٧
٢١	٥.٥٣	١,٧٧	١٧,٧٢
٢٢	٥,٥١	١,٦٠	١٤,٠٧
٢٣	٥,٣١	١,٣٩	١٤,٨٩
٢٤	٤,٩٤	١,٧٢	١٤,٨٥
٢٥	٦,٣٨	٠,٩١	١٧.٨٧
٢٦	٣,٢٩	٢,٠٥	١٣,٩٩
٢٧	٥,٤٠	١,٢١	١٦.٦١
٢٨	٣	١,٥٩	١١.١٢
٢٩	٣,٣٠	١,١٢	٩,٤٩
وادي يلملم	٨٠,٨٤	٢٠,٢٧	٣١٨,٦٨

المصدر: الباحثة.



شكل رقم (١١) فئات أطوال الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٧) التوزيع التكراري لفئات طول الأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ١٠	١٨	٦٢,٠٦٪	١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩
١٠ - ٢٠	٧	٢٤,١٣٪	٤، ٥، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١
٢١ - ٣٠	٢	٦,٨٩٪	٣، ٦
٣١ - ٤٠	١	٣,٤٤٪	٢
أكثر من ٤٠	١	٣,٤٤٪	١
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

ب- عرض حوض التصريف Drainage Basin Width:

عرض الحوض هو معدل طول مجموعة من الخطوط المتعامدة على الخط المستقيم الذي يمثل طول الحوض، وليس هناك عدد محدد لهذه الخطوط، وقد تستخدم عوضاً عن ذلك المعادلة التالية: مساحة الحوض / طول الحوض، وهي التي تم استخدامها في حساب عرض الحوض ككل والأحواض الجزئية أيضاً.

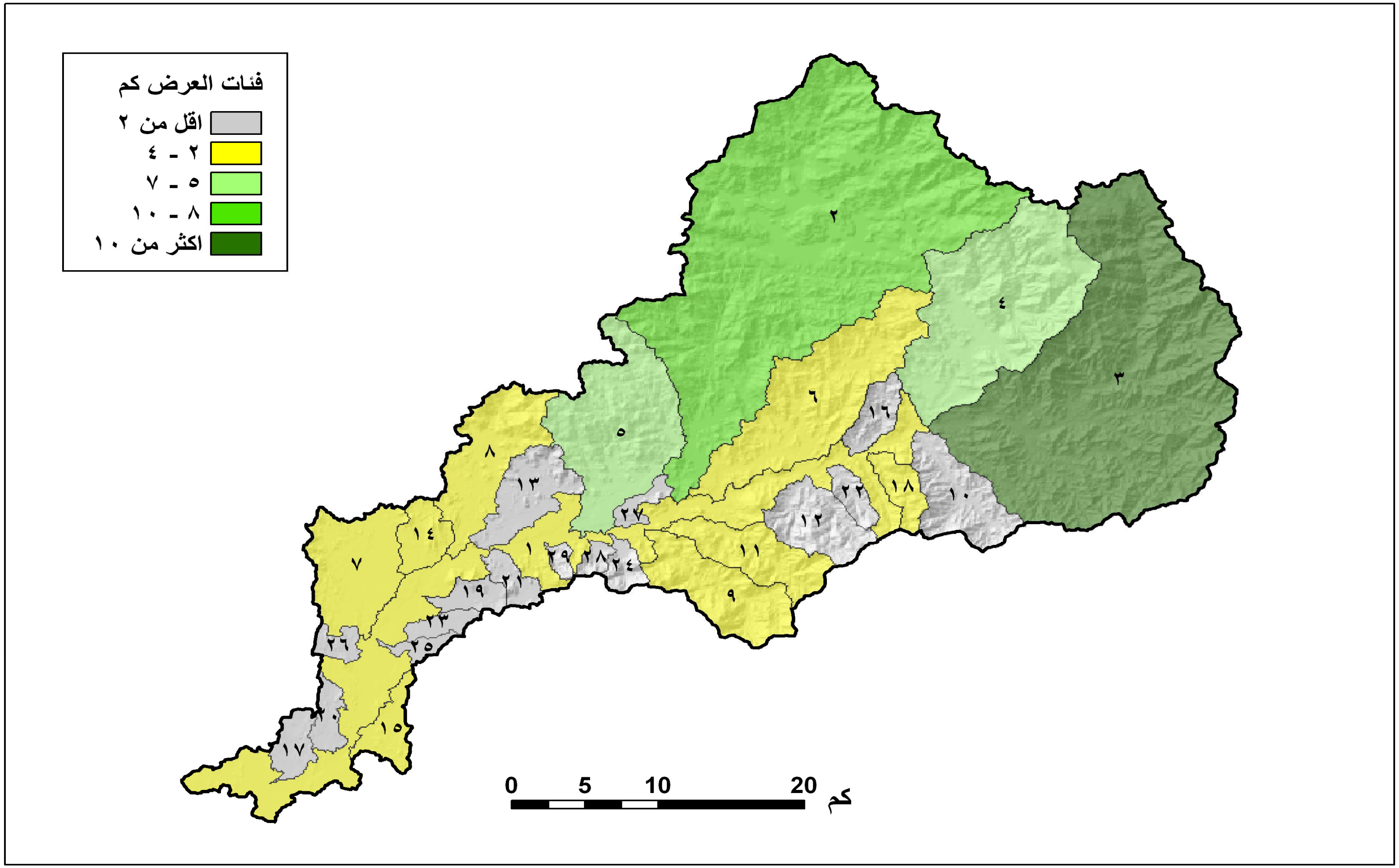
ويؤثر هذا المقياس على كمية التلقي من التساقط والجريان والتسرب وكذلك والتبخر والنتح وكلما زاد عرض الحوض زاد ما يتلقاه من التساقط وبتالي زاد الجريان السطحي (محسوب، ١٩٩٧م، ص٢٥٩).

وقد بلغ عرض حوض وادي يلملم نحو ٢٠,٢٧كم (جدول رقم٦)، وبلغت نسبة الطول إلى العرض ٤,٠٥ أي أربعة أضعاف طول الحوض وهذا يعني استطالة الحوض وبالتالي زيادة زمن التركيز time of concentration أي وصول المياه إلى المجرى الرئيسي في أوقات مختلفة واستمرار الجريان لفترة أطول مع انخفاض قمة الجريان.

ويزيد عرض الحوض في أعلاه بسبب نشاط عملية الحت التراجعي والجانبي لشدة الانحدار وزيادة كمية الأمطار في المنابع لأنها منطقة ذات ارتفاعات عالية إذ تبلغ أعلى نقطة في الحوض ٢٦٠٠م، إضافة إلى انه في الأماكن التي تنتشر فيها الصدوع سواءً الرأسية التي تؤدي إلى ارتفاع مناطق تقسيم المياه أو الصدوع الجانبية التي تزيد من ضعف التكوينات الصخرية تحدد مجرى واتجاه المجاري المائية تزداد فعالية الحت المائي التراجعي مما ينعكس في زيادة عرض الحوض بشكل ملحوظ.

وتراوحت الأحواض الجزئية مابين أقصى عرض في الحوض رقم (٣) إذ بلغ عرضه ١١,١١كم، وبين اقل عرض في الحوض رقم (٢٥) إذ بلغ عرضه ٠,٩١كم (شكل رقم ١٢).

وقد تم تصنيف الأحواض بالنسبة إلى عرض أحواضها إلى مجموعة من الفئات كما يبين الجدول رقم (٨)، من الجدول نجد أن اكبر نسبة هي للأحواض التي يقل عرضها عن ٢كم فقد بلغت ٤٨,٢٧٪ من مجموع الأحواض الجزئية والتي تمثلها الفئة الأولى وتشمل ١٤ حوضاً والسبب في ذلك يعود إلى أن هذه الأحواض تتبع صدوع وانكسارات صغيرة قليلة الانحدار والمساحة في وسط وأسفل الوادي، و تتميز الصدوع بأنها تأخذ الشكل الخطي وبشدة انحدار جوانبها ولهذا فان عرضها صغير جداً. أما الفئة الثانية فهي التي تمثل الأحواض التي يتراوح فيها عرض الأحواض من ٢ إلى ٤كم وقد بلغت نسبتها ٣٧,٩٣٪ من مجموع الأحواض وتشمل ١١ حوضاً، وهي الأحواض ذات المساحة المتوسطة والتي تقع في وسط وأعلى وسط الحوض. وتشمل الفئة الثالثة على حوض واحد كذلك الحال في الفئة الرابعة، وهذان الحوضان ذوا عرض أكبر من بقية الأحواض وذلك تبعاً كعامل المساحة.



شكل رقم (١٢) فئات عرض الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٨) التوزيع التكراري لفئات عرض الأحواض الجزئية

الفئات كم	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ٢	١٤	٤٨,٢٧٪	١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩
٢ – ٤	١١	٣٧,٩٣٪	١، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥
٥ – ٧	٢	٦,٨٩٪	٤، ٥
٨ – ١٠	١	٣,٤٤٪	٢
أكثر من ١٠	١	٣,٤٤٪	٣
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: من عمل الباحثة.

ج- محيط حوض التصريف Drainage Basin Perimeter:

طول محيط الحوض هو طول حدود الحوض المائي التي تفصله عن الأحواض المائية المجاورة. وبتحديد محيط الحوض يتحدد شكله ومساحته إضافة إلى أن محيط الحوض هو متغير مستقل وأساسي في استخلاص الكثير من الخصائص المورفومترية الأخرى.

وهناك الكثير من البرامج التي تقوم بحساب محيط الحوض ولكن بعد استخراج شبكة التصريف، وتم استخدام الأداة X tool pro في برنامج Arc map لحساب محيط الحوض ككل والأحواض الجزئية كذلك.

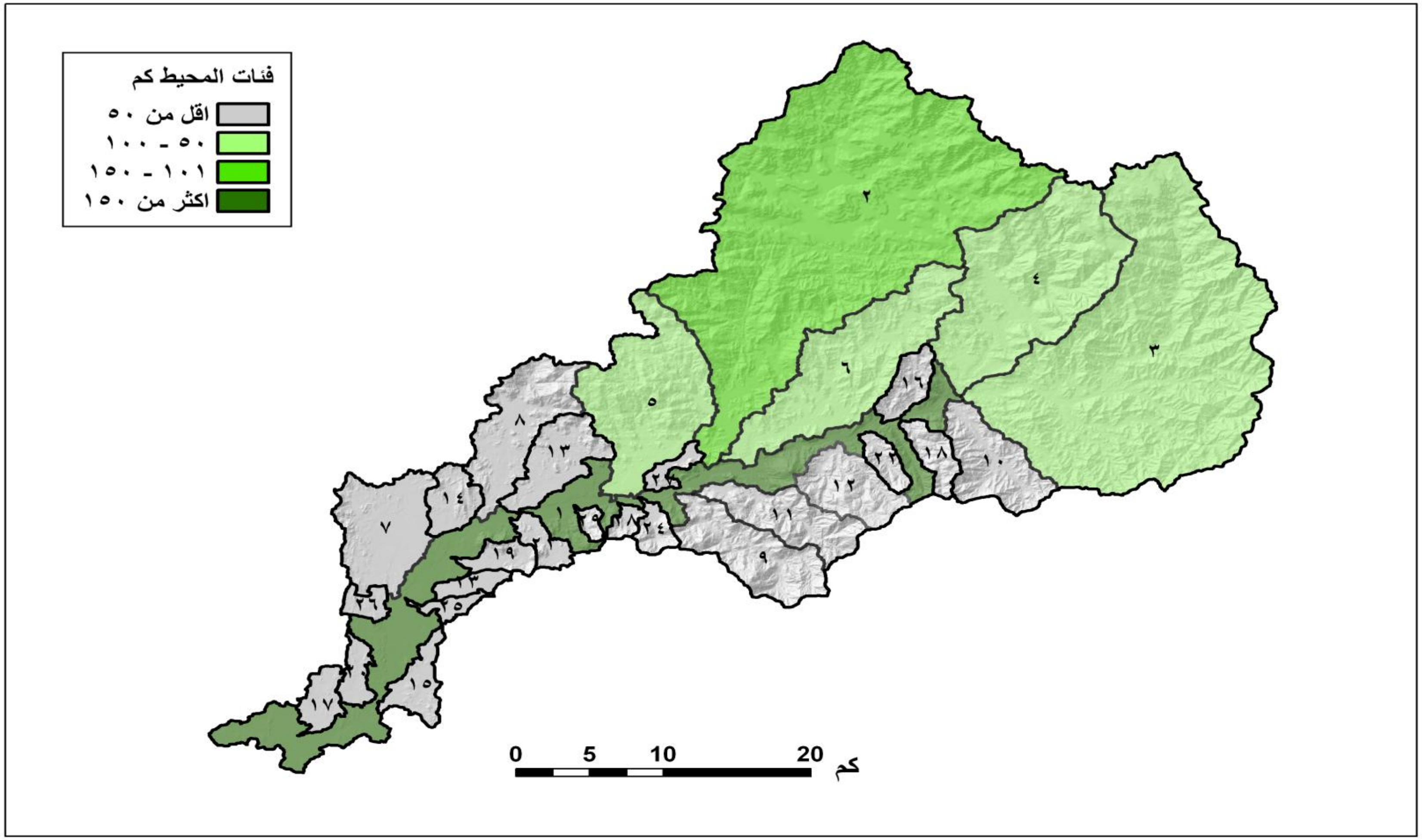
وقد بلغ محيط حوض وادي يلملم ٣١٨,٦٨كم (جدول رقم ٦). وهذا الطول الكبير للمحيط يعكس مدى تعرج خط تقسيم المياه المحيط بالحوض بالإضافة إلى انه يعكس أيضاً مساحة الحوض الكبيرة.

وتباينت محيطات الأحواض الجزئية مابين أقصى طول محيط في الحوض رقم (١) إذ بلغ محيطه ٢٥٠,١٨كم، وأدنى طول محيط في الحوض رقم (٢٩) الذي بلغ ٩,٤٩كم وهو يميل إلى الشكل المربع المنتظم (شكل رقم ١٣).

وقد تم تصنيف الأحواض الجزئية وفقاً لأطوال محيطاتها إلى عدد من الفئات يبينها الجدول رقم (٩)، حيث نجد أن أكثر من ثلاثة أرباع الأحواض (٧٩,٣١٪) يقع ضمن الفئة الأولى والتي يقل فيها طول محيط الأحواض عن ٤٨كم، وتشمل على ٢٣ حوضاً، اغلبها ذات مساحة صغيرة، والفئة الثانية تشتمل على ٤ أحواض يتراوح فيها محيط الأحواض من ٤٨ إلى ٩٦كم، وهي أحواض ذات مساحات متوسطة مما انعكس على طول محيطها، والفئة الثالثة تشمل على حوض جزئي واحد وهو الحوض رقم (٢) وبلغ طول محيطه ١٢٦,٨٠كم وهو حوض كبير المساحة إذ بلغت مساحته ٣٩٣,٢٣كم٢ وهو اكبر الأحواض الجزئية، أما الفئة الأخيرة فتمثل الحوض رقم (١) حوض المناطق البينية والذي يصل محيطه إلى أكثر من ضعف مساحته وذلك لأنه يتكون على طول المجرى الرئيسي والذي يتكون في أعلى الحوض، ويدل ذلك على تشابه العوامل التي أثرت على أطوال المحيطات مثل البنية والتكوينات الصخرية، كما يدل على مدى قوة العلاقة بين المساحة وأبعاد الحوض وأنها علاقة طردية فكلما زادت مساحة الحوض زادت أبعاده.

ثانياً:الخصائص الشكلية

تعين دراسة الخصائص الشكلية للأحواض على فهم التطور الجيومورفولوجي لها، والعمليات التي شكلتها إلى جانب تفهم تأثيرها على حجم التصريف النهري وبالتالي على تحديد درجات أخطار الفيضانات، ويتم قياس شكل الحوض من خلال مقارنته بالأشكال الهندسية الشائعة مثل الدائرة والمستطيل والمربع، وكذلك من خلال دراسة الشكل العام له من حيث الاندماج أو الانبعاج، ومن



شكل رقم (١٣) فئات محيط الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٩) التوزيع التكراري لفئات محيط الأحواض الجزئية

الفئات كم	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ٥٠	٢٣	٧٩,٣١٪	٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩
٥٠ - ١٠٠	٤	١٣,٧٩٪	٣، ٤، ٥، ٦
١٠١ - ١٥٠	١	٣,٤٤٪	٢
أكثر من ١٥٠	١	٣,٤٤٪	١
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: من عمل الباحثة.

خلال قياس النسبة بين طوله وعرضه مع الأخذ في الاعتبار إمكانية تطبيق مثل هذه الخصائص على الظاهرات الجيومورفولوجية الأخرى (محسوب، ١٩٩٧م، ص٢٠٧).

يتفق الباحثون على أن الخصائص الشكلية ترتبط ارتباطاً مباشراً بالبنية الجيومورفولوجية ونوع الصخر والمناخ والزمن، حيث يتأثر شكل الحوض بالأنماط الصخرية السائدة التي تؤثر بدورها في العمليات التي تتم في الحوض، كما تؤثر على نظم التصريف، وتتخذ الأحواض أشكالاً مختلفة مثل المستطيل والمستدير والمثلث والمربع (العقيل،٢٠٠١م، ص١٤٠).

وتتعد المعاملات المورفومترية التي تقارن أشكال الأحواض النهرية بالأشكال الهندسية وفيما يلي عرض لأهم الخصائص الشكلية:

١ - نسبة الاستطالة Elongation ratio:

وتعبر هذه النسبة عن مدى امتداد الحوض مقارنة مع شكل المستطيل، وتكون النسبة بين ٠-١ إذ يكون الشكل قريباً من الاستطالة إذا كان اقرب إلى الصفر من الواحد.

مع زيادة نسبة الاستطالة يصبح التضرس محدوداً وانحدار الحوض أكثر اعتدالاً. وقد تنتج الأحواض مستطيلة الشكل عن عوامل تكتونية بحتة دون أن تتدخل عمليات الحت في شكل الحوض كما هو الحال بالنسبة للأودية التي تنتج عن حدوث التواءات بشكل محدبات ومقعرات متتابعة وتكون طبوغرافية الوادي والجبل أو تكون الأغوار المستطيلة كما هو الحال بالنسبة لغور الأردن الذي يضم كلاً من وادي الأردن ونهر الأردن. وتطور الأنهار المستطيلة انهاراً رئيسة طويلة مما يعرضها إلى الفقدان المائي بسبب التبخر والتسرب وبخاصة في الأقاليم الجافة الحارة. وإضافة إلى النهر الرئيسي تنشأ في الأحواض المستطيلة شبكة من الجريانات الثانوية العديدة التي تصب في المجرى الرئيسي وعادة تكون قصيرة وغير متفرعة وذات تصريف مائي محدود. ويكون الناتج الرسوبي لانهار الأحواض المستطيلة محدوداً نسبياً بسبب انخفاض تصريفها المائي وقلة انحدارها وضعف طاقتها الحتية. وتكون مناطق تقسيم المياه في الأنهار المستطيلة أكثر ضيقاً من واقل تعرجاً وأكثر انتظاماً منها في الأحواض الأخرى لضعف النشاط الحتي الجانبي. إضافة إلى انه في حالة سقوط أمطار غزيرة في منطقة المنابع فان قمة التصريف المائي أو حالة الفيضان تتأخر في وصولها إلى بيئة المصب بشكل ملحوظ بسبب طول المسافة وتناقص التصريف المائي بسبب التبخر والتسرب (سلامة، ١٤٢٥هـ، ص١٧٩).

وقد تم تطبيق المعادلة بعد الحصول على متغيراتها آلياً، وقد بلغت نسبة الاستطالة في حوض وادي يلملم ٠,٥٦ (جدول رقم ١٠) وهذا يعني أن الحوض يميل إلى الاستطالة نوعاً والسبب في ذلك يعود إلى طبيعة الحوض الصدعية فالحوض يتكون في منطقة صدعية كثيرة الصدوع والانكسارات والتضرس وبالتالي فان المجاري تتخذ من الصدوع مجارٍ لها وتقوم بحفر مجاريها وزيادة أطوالها عن طريق الحت التراجعي ولا تمارس الحت الجانبي الذي ينتهي بزيادة عرض الحوض إلا في مرحلة حتية متأخرة وبعد وصول الحت التراجعي إلى مراحل حرجة متقدمة، إضافة إلى أن الصخر

السائد يكون في الغالب صلباً شديد المقاومة مما يؤخر في الانتقال من الحت التراجعي إلى الحت الجانبي.

وبالنسبة للأحواض الجزئية فقد بلغ الحوض رقم (٢٦) أعلى نسبة استطالة إذ بلغ (٠,٥٠) وهو يميل إلى الاستطالة نوعا ما ، وسجل الحوض رقم (١) أدنى نسبة استطالة وهي (٠,١٣) وهي نسبة منخفضة كثيراً وتدل على شدة استطالة الحوض وبعده كثيراً عن الشكل الدائري (شكل رقم ١٤).

وقد تم تصنيف الأحواض بالنسبة إلى استطالة أحواضها إلى مجموعة من الفئات كما يبين الجدول رقم (١١)، ومن الجدول يظهر أن الفئة الأولى تمثل فقط الحوض رقم (١) وهو أكثر الأحواض استطالة، أما **الفئة الثانية** فتمثل فقط حوضين هما أيضاً يتخذان الشكل المستطيل، **والفئة الثالثة** فتمثل اغلب الأحواض الجزئية بنسبة ٧٢,٤١٪ وتشمل ٢١ حوضاً وجميعها تميل أكثر إلى الاستطالة بنسبة تتراوح بين ٠,٣٠- ٠,٣٩ ، **والفئة الرابعة** مثلت ٤ أحواض وهي اقرب إلى الاستطالة كذالك بنسبة استطالة ٠,٤٠- ٠,٤٩، **والفئة الأخيرة** فتشمل حوضاً واحداً هو الحوض رقم (٢٦) وقد سجل نسبة استطالة ٠,٥٠ وهو أكثر الأحواض بعداً عن الاستطالة في الحوض.

٢ - نسبة الاستدارة Circularity ratio:

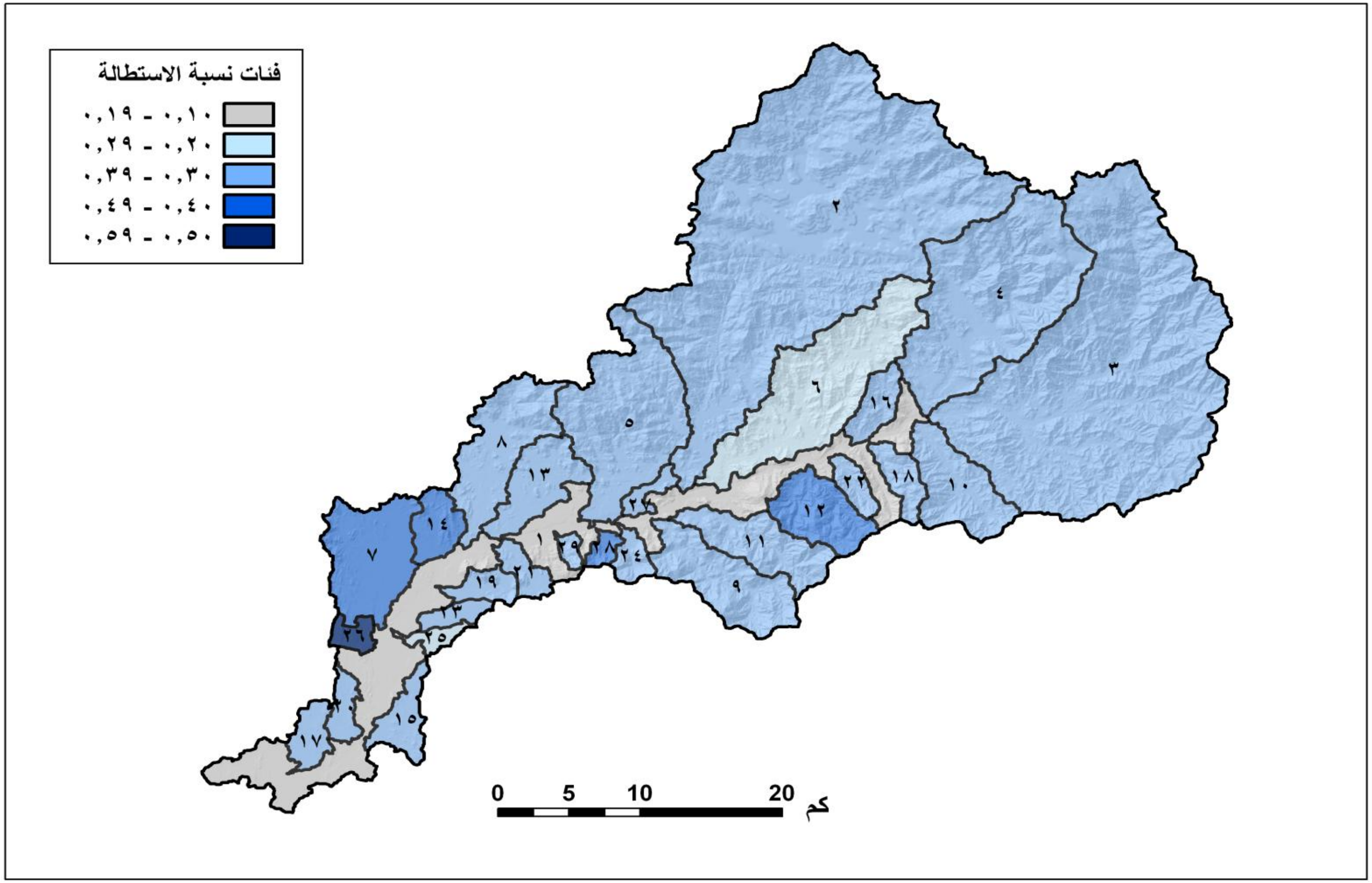
وتوضح النسبة مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري المنتظم، وتكون النسبة بين ٠-١ إذ يكون الشكل قريباً من الاستدارة إذا كان اقرب إلى الواحد من الصفر. وإذا كان العكس دل ذلك على وجود الشكل المتعرج وقد يؤدي تعرج الحوض إلى زيادة طول القنوات المائية خاصة ذات الرتب الأولى- ذات النحت التراجعي- والثانية القريبتان من المنبع (الدوعان، ١٤١٩هـ، ص٢٠).

ويرى سلامة (١٤٢٥هـ، ص١٨٠) أن استدارة الحوض تصف مدى تعرج أو تداخل خطوط أو مناطق تقسيم المياه لحوض معين مع الأحواض المجاورة . وأقصى مرحلة يمكن أن يصل إليها الحوض المائي تحدث عندما تختفي هذه التعرجات ويصبح محيط الحوض منطبقا تماما مع محيط الدائرة وبذلك يتساويا في المساحة وعندئذ تبلغ نسبة الاستطالة ١٠٠%. وفي هذه الحالة يوصف الحوض

جدول رقم (١٠) الخصائص الشكلية لحوض وادي يلملم وأحواضه الجزئية

الأحواض الجزئية	نسبة الاستطالة	نسبة الاستدارة	معامل الشكل
١	٠,١٣	٠,٠٣	٠,٠٤
٢	٠,٣٤	٠,٣٠	٠,٢٩
٣	٠,٣٩	٠,٤٢	٠,٣٨
٤	٠,٣	٠,٤	٠,٣
٥	٠,٣٤	٠,٣٢	٠,٢٩
٦	٠,٢٨	٠,٢٨	٠,١٩
٧	٠,٤٣	٠,٤١	٠,٤٦
٨	٠,٣٠	٠,٢٨	٠,٢٢
٩	٠,٣٢	٠,٤٢	٠,٢٦
١٠	٠,٣٧	٠,٤٧	٠,٣٣
١١	٠,٣٢	٠,٣٤	٠,٢٥
١٢	٠,٤٦	٠,٥٥	٠,٥٢
١٣	٠,٣٧	٠,٣٩	٠,٣٣
١٤	٠,٤٦	٠,٥٦	٠,٥٢
١٥	٠,٣٢	٠,٢٩	٠,٢٦
١٦	٠,٣٢	٠,٥١	٠,٢٦
١٧	٠,٣٣	٠,٣٦	٠,٢٨
١٨	٠,٣٣	٠,٤٤	٠,٢٤
١٩	٠,٣٤	٠,٣٩	٠,٣٠
٢٠	٠,٣١	٠,٣١	٠,٢٤
٢١	٠,٣٦	٠,٣٩	٠,٣٢
٢٢	٠,٣٤	٠,٥٦	٠,٢٩
٢٣	٠,٣٢	٠,٤١	٠,٢٦
٢٤	٠,٣٧	٠,٤٨	٠,٣٤
٢٥	٠,٢٤	٠,٢٢	٠,١٤
٢٦	٠,٥٠	٠,٤٣	٠,٦٢
٢٧	٠,٣٠	٠,٢٩	٠,٢٢
٢٨	٠,٤٦	٠,٤٨	٠,٥٣
٢٩	٠,٣٧	٠,٥١	٠,٣٤
وادي يلملم	٠,٥٦	٠,٢٠	٠,٢٤

المصدر: عمل الباحثة.



شكل رقم (١٤) فئات الاستطالة للأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (١١) التوزيع التكراري لفئات نسبة الاستطالة للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
٠,١٠ -٠,١٩	١	٣,٤٤٪	١
٠,٢٠ -٠,٢٩	٢	٦,٨٩٪	٦، ٢٥
٠,٣٠ -٠,٣٩	٢١	٧٢,٤١٪	٢، ٣، ٤، ٥، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٣، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٧، ٢٩
٠,٤٠ -٠,٤٩	٤	١٣,٧٩٪	٧، ١٢، ١٤، ٢٨
٠,٥٠ -٠,٥٩	١	٣,٤٤٪	٢٦
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: من عمل الباحثة.

بأنه بلغ قمة التطور و الحت الجانبي والتراجعي من خلال مناطق تقسيم المياه وتطور الجريانات القنوية عند المنابع . ويمكن أن يتم ذلك أيضا من خلال عملية الأسر النهري بين الجريانات القنوية المتجاورة. أما في حالة تناقص نسبة الاستدارة فهذا يعني أن خط تقسيم المياه متعرج أو شديد التعرج وان المساحة الحوضية في أصغرها وفي بداية دورتها الحتية، وبذلك فإن تفاوت نسبة الاستدارة يمكن أن يرتبط بالدلالات التالية:

١- ترتفع نسبة الاستدارة في الصخور الضعيفة لإرتفاع معدلات الهدم فيها .

٢- ترتفع نسبة الاستدارة في الأقاليم المناخية الرطبة بسبب وفرة الأمطار وارتفاع كميات التصريف المائي اللازم لممارسة الأنهار نشاطا حتياً فاعلا .

٣- تمتاز المجاري المائية الرئيسية فيها بقصر أطوالها، بينما تزداد أطول الروافد الثانوية القريبة من نطاق عدم التعرية وتتناقض عدداً. ويعني ذلك انحدار الشبكة المائية بصوره عامه وارتفاع تصريفها المائي وذلك بالمقارنة مع الأحواض المائية عالية الاستطالة.

٤- يشير ارتفاع نسبة الاستدارة إلى كبر المساحة الحوضية.

٥- يصل الجريان المائي إلى قمته أو حالة الفيضان خلال وقت قصير إثر حدوث قمة الأمطار وذلك على عكس الأحواض المستطيلة.

٦- تتميز الأحواض المستديرة بارتفاع كميات أمطارها المساحية وكذلك ارتفاع معدلات كل من التبخر والتسرب المائي.

٧- تساهم جريانات الأحواض المائية المستديرة بكميات عاليه من الناتج الرسوبي.

٨- قد تنتج استدارة الحوض عن عوامل تكتونية بحيث لا تعكس فاعلية الحت أو التطور الزمني لشكل الحوض، كما هو الحال بالنسبة لطبوغرافية الحوض والجبل أو تشكّل أحواض صدعيه.

وبتطبيق معادلة نسبة الاستدارة في حوض وادي يلملم نجد أنها قد بلغت ٠,٢٠ (جدول رقم ١٠)، وهي نسبة قليلة جداً وتدل على بعد الحوض عن الاستدارة وقربه من الاستطالة أكثر، والسبب في ذلك الصدوع الرئيسية في الحوض والتي أثرت في قلة استدارة الحوض.

وتفاوتت نسب الاستدارة في الأحواض الجزئية، وقد سجل أعلى نسبة استدارة في الحوضين رقم (١٤ و ٢٢) والتي بلغت ٠,٥٦ ، واقل نسبه سجلها الحوض رقم (١) حيث بلغت نسبة الاستدارة فيه ٠,٠٣ (شكل رقم ١٥).

وقد تم تصنيف الأحواض بالنسبة إلى استدارة أحواضها إلى مجموعة من الفئات كما هو مبين في الجدول رقم (١٢)، والذي يظهر أن الفئة الأولى تشمل الحوض رقم (١) وهو بعيد كل البعد عن الاستدارة إذ بلغت نسبة استدارته ٠,٠٣، والفئة الثالثة تشمل ١٧,٢٤٪ من مجموع الأحواض

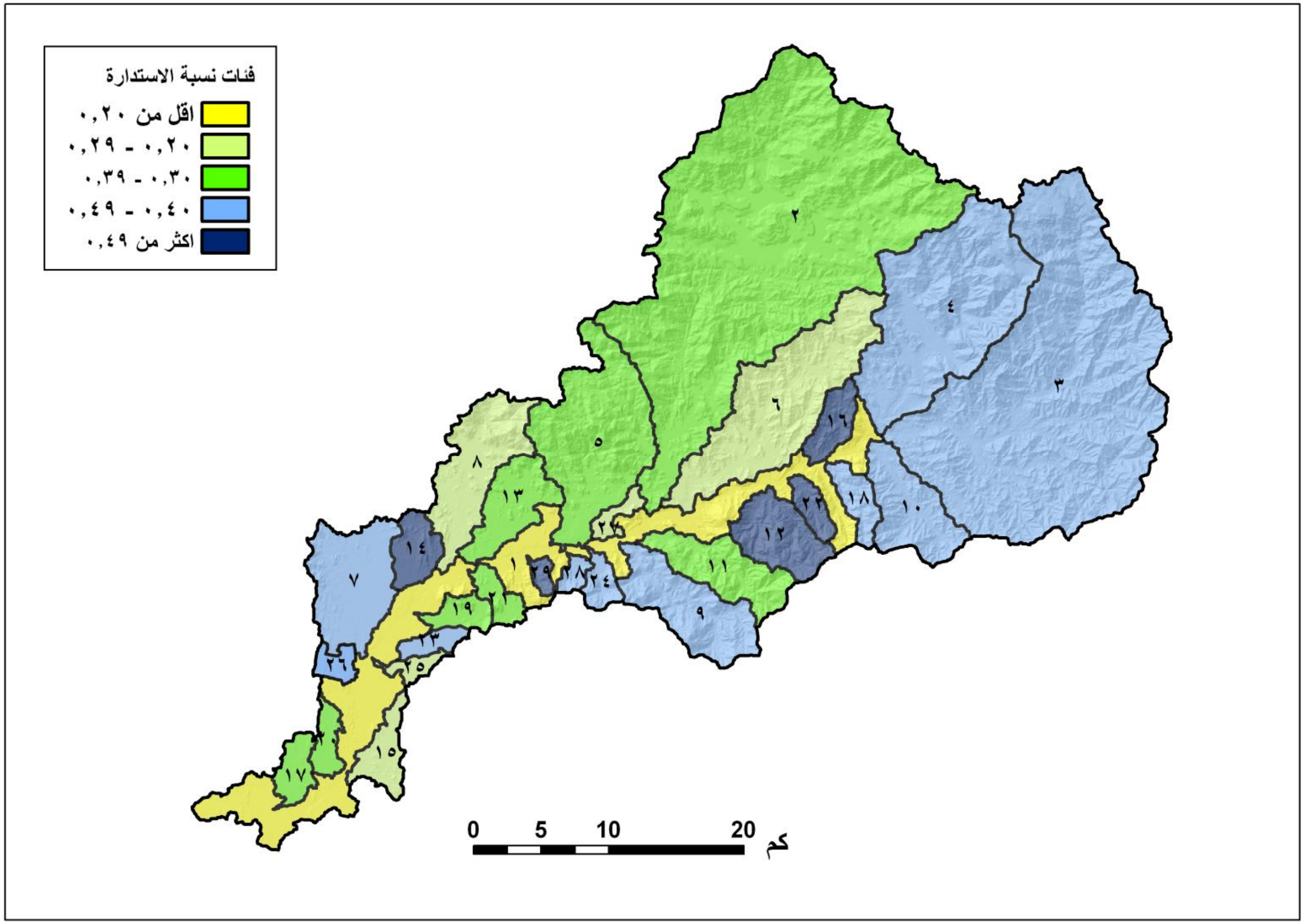
الجزئية في الحوض وتتراوح نسبة استدارتها بين ٠,٢٠ - ٠,٢٩ وتتمثل في ٥ أحواض وهي كذلك بعيده عن الاستدارة، والفئة الرابعة تمثل ٢٧,٥٨٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض وتتراوح نسبة الاستدارة في هذه الأحواض بين ٠,٣٠ - ٠,٣٩ وتشمل ٨ أحواض وهي أحواض اقرب إلى الإستطالة منها إلى الإستدارة، والفئة الخامسة تمثل ٣٤,٤٨٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض وتشمل ١٠ أحواض، وهي نسبة اكبر من الفئة السابقة وتتراوح نسبة الاستدارة فيها بين ٠,٤٠ - ٠,٤٩ وهي نسبة متوسطة ولكنها بعيدة نوعاً ما عن الاستدارة، أما الفئة الأخيرة فتمثل ١٧,٢٤٪ من مجموع الأحواض الجزئية وهي نسبة اقل من الفئة السابقة وتشمل ٥ أحواض، وتمثل الأحواض التي بلغت فيها نسبة الاستدارة بين ٠,٥٠ و٠,٥٦ وهي اكبر نسبة استدارة سجلتها الأحواض الجزئية في الحوض وهي نسبة متوسطة بين الاستدارة والاستطالة.

وبالنظر إلى نسبتي الاستطالة والاستدارة يظهر أن الأحواض تميل إلى الإستطالة أكثر من الاستدارة وهذا يدل على طبيعة الحوض الصدعية وبالتالي فإن الأحواض تتخذ الصدوع والإنكسارات مجارٍ لها، ولأن الصدوع والإنكسارات تحدث في الصخور الشديدة الصلابة فإن المجاري لا تتمكن من الحت الجانبي وزيادة عرض أحواضها، ولهذا فهي تتصف باستطالتها في مراحل متقدمة من الحت والتعرية والنشاط الحتي، وتحتاج إلى فترة طويلة جداً حتى توسع من أحواضها في مراحل متأخرة من دورته التحاتية.

٣- معامل الشكل shape index:

يصف هذا المعامل مدى انتظام عرض الحوض المائي على طول امتداده من منطقة المنابع وحتى بيئة المصب (سلامة، ١٤٢٥هـ، ص١٨١).

وتدل القيمة المنخفضة على صغر مساحة الحوض بالنسبة لطوله مما يجعل الحوض يقترب من شكل المثلث (محسوب، ١٩٩٧م)، ويعد حوض التصريف من المقاييس المهمة التي لها اثر واضح على الكثير من الخصائص بما فيها الخصائص الهيدرولوجية (الحواس، ١٤٢٨هـ، ص٣٣).



شكل رقم (١٥) فئات نسبة الإستدارة في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (١٢) التوزيع التكراري لفئات نسبة الاستدارة للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ٠,٢٠	١	٣,٤٤٪	١
٠,٢٠ - ٠,٢٩	٥	١٧,٢٤٪	٦، ٨، ١٥، ٢٥، ٢٧
٠,٣٠ - ٠,٣٩	٨	٢٧,٥٨٪	٢، ٥، ١١، ١٣، ١٧، ١٩، ٢٠، ٢١
٠,٤٠ - ٠,٤٩	١٠	٣٤,٤٨٪	٣، ٤، ٧، ٩، ١٠، ١٨، ٢٣، ٢٤، ٢٦، ٢٨
أكثر من ٠,٤٩	٥	١٧,٢٤٪	١٢، ١٤، ١٦، ٢٢، ٢٩
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

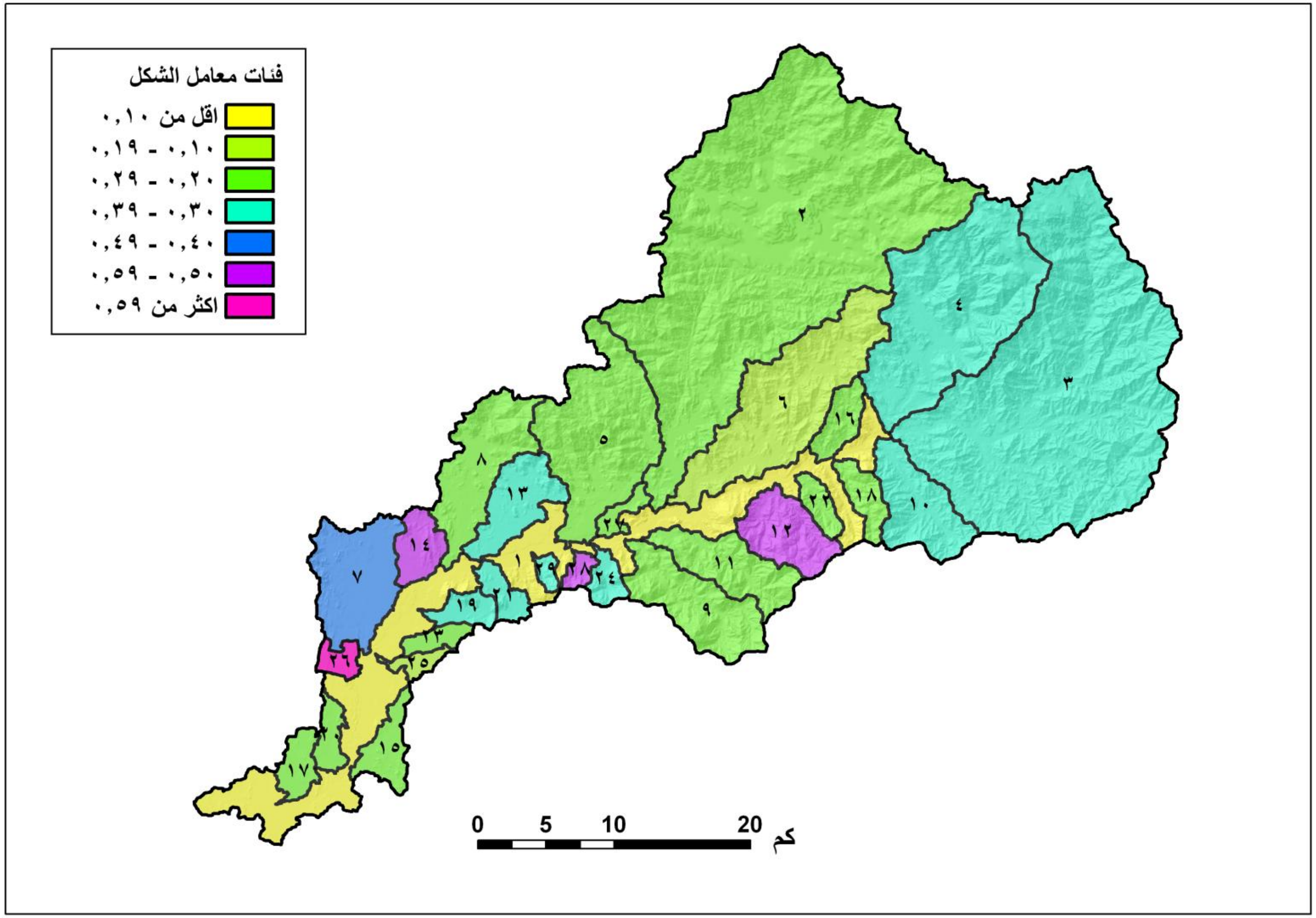
المصدر: عمل الباحثة.

يتأثر شكل حوض التصريف المائي ونمطه وشبكة التصريف التي تمتد داخله بالخصائص الأخرى لحوض التصريف مثل نوع الصخر ودرجة الانحدار بالإضافة إلى أن الشكل يؤثر على العمليات الجيومورفولوجية خاصة فيما يتعلق بكفاءة الحوض المحتملة وشبكة التصريف المائي به، وقد استخدم هورتون سنة ١٩٣٢م عامل الشكل لتحديد أشكال الأحواض النهرية (سليم، ١٤٠٧هـ، ص٧١).

بلغ معامل الشكل لحوض وادي يلملم ٠,٢٤ (جدول رقم ١٠)، وهي نسبة منخفضة وتدل على صغر المساحة مقابل الطول وان الحوض يشبه الشكل المثلث قاعدته في المنابع ورأسه في المصب، و تدل على كثرة الصدوع وضعف تجانس التركيب الصخري (الغامدي، ١٤٢٧هـ، ص٢٩).

وبالنسبة للأحواض الجزئية فقد تراوحت قيم معامل الشكل بين أعلى قيمة سجلت ٠,٦٢ للحوض رقم (٢٦)، وبين اقل قيمة سجلت ٠,٠٤ للحوض رقم (١) **(شكل رقم ١٦).**

وقد تم تصنيف الأحواض بالنسبة إلى معامل الشكل إلى مجموعة من الفئات كما هو مبين في الجدول رقم (١٣)، حيث نجد أن الفئة الأولى تشمل الحوض رقم (١) فقط والذي سجل اقل قيمة معامل شكل ٠,٠٤، وهي قيمة منخفضة تدل على صغر المساحة مقابل الطول وقلة التجانس بينهما كما تدل على كثرة الصدوع وضعف تجانس التركيب الصخري، فالحوض رقم (١) يمتد على اغلب طول حوض وادي يلملم وبتالي فان التركيب الصخري يختلف من منطقة لأخرى، أما **الفئة الثانية** فتشمل حوضين هما (٦) و (٢٥) وسجلا قيمتين منخفضتين أيضاً (٠,٢٠- ٠,٢٩) مما يدل على استطالتهما وصغر المساحة كثيراً مقابل الطول، والفئة الثالثة تمثل ٤٤,٨٢٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض وتشمل ١٣ حوضاً جزئياً ذات معامل شكل يتراوح بين ٠,٢٠- ٠,٢٩، وهي قيمة منخفضة كذلك وتدل على صغر المساحة في تلك الأحواض مقابل الطول فهي تتميز باستطالتها، و**الفئة الرابعة** تمثل ٢٧,٥٨٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض وتتراوح قيم المعاملات بين ٠,٣٠- ٠,٣٩ وتشمل ٨ أحواض وهي كذلك تتميز بطولها وقلة التجانس بين المساحة والطول، والفئة الخامسة تمثل حوضاً واحداً فقط هو الحوض رقم (٧) والذي بلغ معامل شكله ٠,٤٦ وهي قيمة متوسطة تدل على قرب الحوض من الشكل المربع قليلاً فقط أي انه يميل إلى التجانس بين المساحة والطول ويميل كذلك إلى التجانس بين التركيب الصخري، أما الفئة السادسة فتمثل ١٠,٣٤٪ من مجموع الأحواض وتشمل ٣ أحواض وتتراوح قيم معاملاتها بين ٠,٥٠- ٠,٥٩ وهي قيمة متوسطة كذلك وتدل على أن الأحواض تميل مساحتها إلى التجانس بين المساحة والطول وتقترب من الشكل المربع وتدل كذلك على التجانس في التركيب الصخري، أما الفئة الأخيرة فتمل الحوض رقم (٢٦) فقط والذي سجل أعلى قيمة في معامل الشكل بين جميع الأحواض الجزئية إذ سجل ٠,٦٢ مما يدل على قرب شكل الحوض من الشكل المربع أو بمعنى آخر اقتراب بعدا الحوض من بعضهما وذلك ينعكس على خصائصه الهيدرولوجية، أي أن الحوض معرض للفيضان لقلة زمن التركيز في الحوض فالمياه الجارية تقطع مسافة قليلة من المنبع إلى المصب وبالتالي ترتفع قمة الفيضان ولا تكون هناك فرصة كبيرة للمياه أن تتسرب إلى باطن الأرض أو أن تتبخر بفعل الحرارة،



شكل رقم (١٦) فئات معامل الشكل في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (١٣) التوزيع التكراري لفئات معامل الشكل للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ٠,١٠	١	٣,٤٤٪	١
٠,١٠ - ٠,١٩	٢	٦,٨٩٪	٦، ٢٥
٠,٢٠ - ٠,٢٩	١٣	٤٤,٨٢٪	٢، ٥، ٨، ٩، ١١، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ٢٠، ٢٢، ٢٣، ٢٧
٠,٣٠ - ٠,٣٩	٨	٢٧,٥٨٪	٣، ٤، ١٠، ١٣، ١٩، ٢١، ٢٤، ٢٩
٠,٤٠ - ٠,٤٩	١	٣,٤٤٪	٧
٠,٥٠ - ٠,٥٩	٣	١٠,٣٤٪	١٢، ١٤، ٢٨
أكثر من ٠,٥٩	١	٣,٤٤٪	٢٦
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: من عمل الباحثة.

كما يعكس في نفس الوقت مرحلة النضج التي يمر بها الحوض وانه تمكن من نحت مجارية نحتاً تراجعياً وكذالك جانبياً.

ثالثاً: الخصائص التضاريسية

تبرز أهمية تضرس الحوض النهري من كونه انعكاساً لزيادة فعالية ونشاط عمليات التعرية وأثرها في تشكيل سطح الأرض داخل حدود الحوض، كما يعد كذلك انعكاساً لأثر أنواع الصخور وخصائصها البنيوية. ويبين الجدول رقم (١٤) عدداً من المتغيرات التضاريسية للحوض ككل وللأحواض الجزئية، وفيما يلي بيان ذلك.

١- نسبة التضرس relief ratio:

ويرتبط تضرس الحوض بمناخ و جيولوجية المنطقة وبنوعية الصخور في حوض التصريف وباستجابات هذه الصخور لعمليات التعرية النشطة في حوض الوادي (الدوعان، ١٤١٩هـ، ص٢٠).

وتفيد دراسة نسبية التضرس في معرفة مدى تضرس الأحواض لما له من علاقة بالعمليات الجيومورفولوجية السائدة في هذه الأحواض، وتنخفض نسبة التضرس في الأحواض ذات المساحة الكبيرة والعكس، وتدل القيمة المرتفعة لنسبة التضرس على شدة النحت والجريان في الحوض (مرزا والبارودي، ١٤٢٦هـ، ص٢١٧).

كما تؤدي زيادة التضرس ودرجة الانحدار إلى زيادة الكثافة التصريفية والتكرار وعمق المجاري والتصريف المائي والقوة الحتية والناتج الرسوبي للأنهار مما يحقق زيادة تابعة في وعورة السطح ومعدل التشعب والرتب النهرية (سلامة،١٤٢٥هـ، ص١٨٤).

وقد بلغت نسبة التضرس في حوض وادي يلملم ٣١,٢م/كم، وهي نسبة متوسطة تدل على ان الحوض قد سوى مساحة كبيرة من حوضه، إذ بلغ فارق الارتفاع ٢٥٣١م (جدول رقم١٤) مقابل طول الحوض ٨٠م، وبمقارنة هذه النسبة مع بعض الأودية التي تقع في المنطقة الغربية بالقرب من الحوض موضع الدراسة مثل وادي ملكان ٣٢,٧٩م/كم (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص١٤٣)،

جدول رقم (١٤) المتغيرات التضاريسية لحوض وادي يلملم وأحواضه الجزئية

الأحواض الجزئية	نسبة التضرس م/كم	التضاريس النسبية م/كم	قيمة الوعورة	نسبة النسيج مجرى/كم ٢
١	٢٣,٩٧	٥,٥٦	٠,٧٤	٣,٠١
٢	٦٤,٦١	١٨,٥٤	١,١٢	١٥,٣٣
٣	٧١,٠٥	٢١,٠٨	٠,٩٦	١٥,٢٩
٤	١٠٤,٢٦	٣٣,٨١	١,٠٥	١١,٢٥
٥	٧٢,٥٧	٢١,٦٠	٠,٣٩	٧,٦٥
٦	٤١,٤٧	١٤,١٤	٠,٤٣	٦,٧٦
٧	٣١,١٨	٨,٣٤	٠,٤٠	٧,١٧
٨	٧٥,٩١	٢٣,٩٧	٠,٥٧	٥,٧٠
٩	١١٤,٧٢	٤٠,٩٩	٠,٧٥	٦,٥٥
١٠	٨٥,٥٧	٢٨,٥٢	٠,٤٥	٦,٢٢
١١	١٣٥,٩٩	٤٤,٤٥	٢,٢٦	٥
١٢	٢٠٥,٠٣	٥٩,٣٢	٠,٧٤	٥,٥٤
١٣	٥٥,٦٥	١٦,٨٧	٠,٢٧	٤,٦١
١٤	٤٧,٠٣	١٣,٧١	٠,١٣	٤,٦١
١٥	١٤,٢٥	٤,٢١	٠,٠٥	٣,٠٤
١٦	٧٦	٢٩,٧٦	٠,٢٧	٣,٨٩
١٧	١٠,٨٤	٣,٤٨	٠,٠٣	٣,١٢
١٨	١٢٧,٨٨	٤٨,٩٦	٠,٤٢	٢,٩٤
١٩	٨٢,٢١	٢٦,٥٦	٠,٢٧	٢,٩٩
٢٠	١٦,٩٠	٥,٣٥	٠,٠٥	٢,٦٠
٢١	٧٢,٦٥	٢٢,٦٧	٠,٢٠	٢,٥٩
٢٢	١٨١,٦٦	٧١,١٤	٠,٤٩	٣,١٩
٢٣	٥١,٧٧	١٨,٤٦	٠,١٧	٢,٨٨
٢٤	١٧١,٦١	٥٧,٠٩	٠,٤٥	٢,٦٩
٢٥	٦,٠٨	٢,١٧	٠,٠٢	٢,٠١
٢٦	٣٣,٧٦	٧,٩٤	٠,٠٤	٢,٤٣
٢٧	٥٥,٣٥	١٧,٩٩	٠,١٨	٢,١٠
٢٨	٢٥٢,٣	٦٨,٠٦	٠,٣٨	٢,٥١
٢٩	٢٢٨,٢١	٧٩,٣٥	٠,٣٨	٢,٢١
وادي يلملم	٣١,٢	٧,٩٣	١,٢٣	٢٥,١٤

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (١٤) بعض المتغيرات التضاريسية في حوض وادي يلملم وأحواضه الجزئية

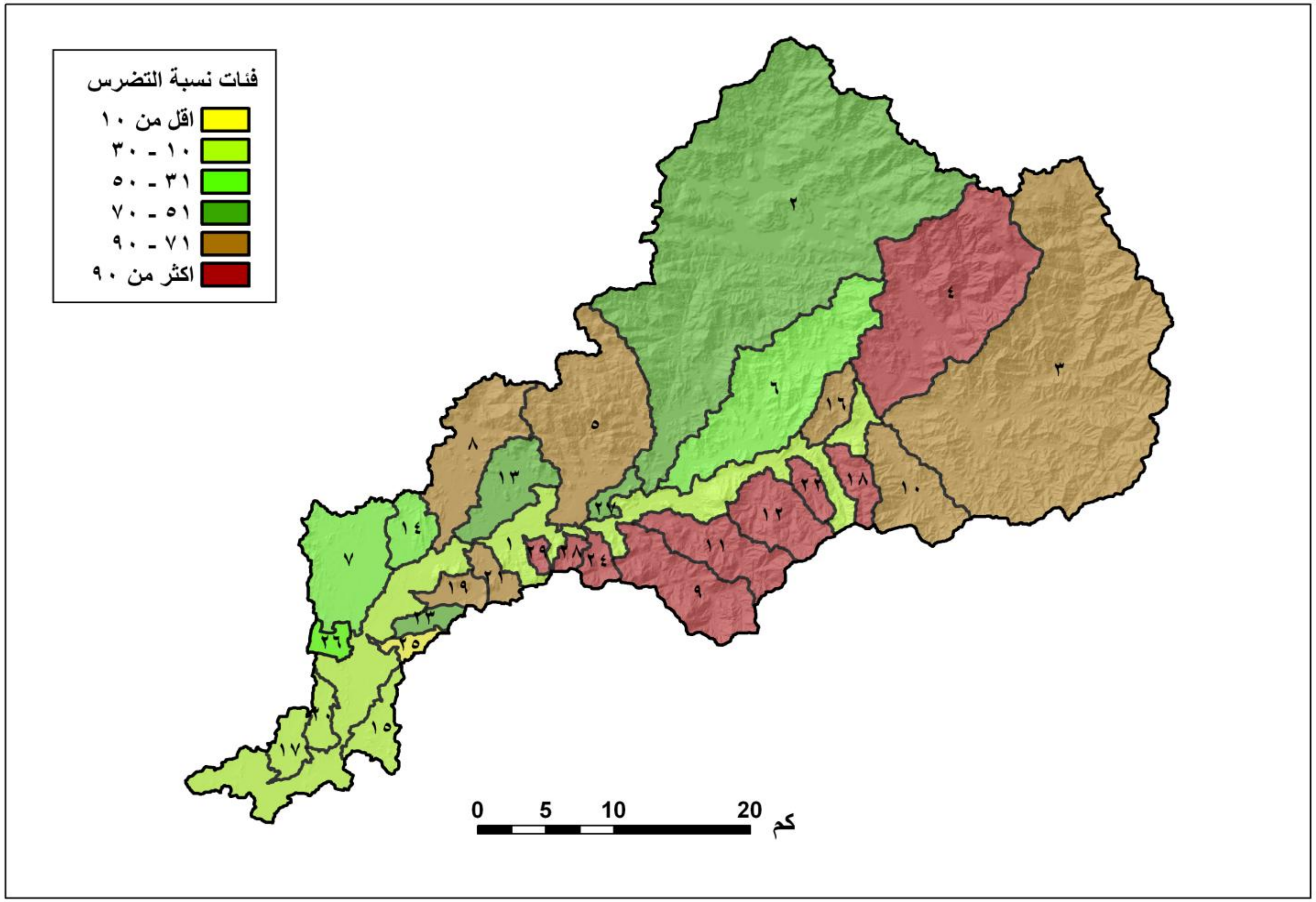
الأحواض الجزئية	أعلى ارتفاع م	اقل ارتفاع م	التضاريس القصوى م	متوسط ارتفاع الحوض م
١	١٤٦٠	٦٩,٤	١٣٩٠,٦	٢٥٩,٩١
٢	٢٦٠٠	٢٤٨,٧	٢٣٥١,٣	١٠٧٨,١٨
٣	٢٤٢٦,٢	٣٨٨,٣	٢٠٣٧,٩	١٠٢٤,٩١
٤	٢٤٢٩,٤	٣٨٨,٩	٢٠٤٠,٥	١١٢٠,٦٥
٥	١٤٨٠	٢١٠	١٢٧٠	٦٣٩,٧٣
٦	١١٨٦	٢٦٤,٥	٩٢١,٥	٥٥٥,٠٧
٧	٤٦٠,٢	١٣٥,٩	٣٢٤,٣	١٩٦,٥٤
٨	١٢٩٩,٨	١٦٩,٥	١١٣٠,٣	٣٨٣,١٨
٩	١٧٦٠	٢٤١	١٥١٩	٧١٥,٦٧
١٠	١٢٨٠	٣٧٢,٩	٩٠٧	٦٦٦,٦٥
١١	١٨٣٩	٢٤٨	١٥٩١	٧١١,٨٤
١٢	١٨٥٩,٧	٣٠٩,٦	١٥٥٠	٨٦٢,٣٧
١٣	٧٠٢,٦	١٧٩,٤	٥٢٣,٢	٢٨٩,٠٩
١٤	٤١٥,٥	١٥٦,٨	٢٥٨,٧	٢٢٠,٩٨
١٥	٢١٩,٦	١٠٨,٧	١١٠,٩	١٣٨,٠٩
١٦	٨٧٩,٢	٣٣٦,٥	٥٤٣,٧	٥٢٥,٤٨
١٧	١٦١,٣	٩٠,٩	٧٠,٤	١١٤,١١
١٨	١٢٨٠	٣٤٧,٧	٩٣٢,٣	٧٩٥,٧٠
١٩	٦٢٩,٩	١٥٠,٦	٤٧٩,٣	٢٣٦,٠٧
٢٠	٢١٣,٦	١٠٨,٨	١٠٤,٨	١٣٦,٤٧
٢١	٥٨٠,٥	١٧٨,٧	٤٠١,٨	٢٤٥,٦١
٢٢	١٣٢١,٢	٣٢٠,٢	١٠٠١	٦٠١,٢٠
٢٣	٤٢٠,٢	١٤٥,٣	٢٧٤,٩	١٧٠,٧٨
٢٤	١٠٦٨	٢٢٠,٢	٨٤٧,٨	٤٨٢,٥٥
٢٥	١٨٠	١٤١,٣	٣٨,٨	١٥٨,١٩
٢٦	٢٤٩	١٣٨	١١١	١٦٥,٧٨
٢٧	٥٢٧,٢	٢٢٨,٣	٢٩٨,٩	٢٩٤,٩٤
٢٨	٩٧٢,٢	٢١٥,٣	٧٥٦,٩	٤٠٣,٦٤
٢٩	٩٥٩,٣	٢٠٦,٢	٧٥٣	٤٠٥,٤١
وادي يلملم	٢٦٠٠	٦٩	٢٥٣١	٧٦٣,٧٧

المصدر: الباحثة.

ووادي محسر ٤٥,٤٠م/كم، وادي اللاحجة ٣١,٦٢م/كم، وادي إبراهيم ٢٣,١٦م/كم (البارودي ومرزا، ٢٠٠٥م، ص٢١٧). نجد أنها نسباً متقاربة وذلك بسبب طبيعة المنطقة الانكسارية ولذلك نجد أن نسبة التضرس تقل كثيراً في هضبة نجد مثل وادي لحاء ٧,٤٦م/كم، وادي حنيفة ٣,٧١م/كم (العقيل، ٢٠٠١م، ص١٥٧)، تبعاً لإختلاف بنيتها.

وبالنسبة للأحواض الجزئية نجد أن أعلى قيمة نسبة تضرس كانت في الحوض رقم (٢٨) إذ بلغت فيه النسبة ٢٥٢,٣م/كم، واقل قيمة سجلها الحوض رقم (٢٥) حيث بلغت ٦,٠٨م/كم، وهي قيم متباينة كثيراً نظراً لاختلاف طبيعة الحوض التضاريسية والجيولوجية لكبر مساحته (شكل رقم ١٧).

وقد تم تصنيف الأحواض وفقاً لنسبة التضرس إلى مجموعة من الفئات المنتظمة المدى على النحو الذي يبينه جدول رقم (١٥)، من خلال الجدول نجد أن الفئة الأولى تمثل فقط حوضاً جزئياً واحداً هو الحوض رقم (٢٥) وقد سجل نسبة منخفضة ٦,٠٨م/كم وذلك لقلة فرق الارتفاع إذ بلغ أعلى ارتفاع في الحوض ١٨٠م وذلك لوجوده في أسفل حوض وادي يلملم. أما الفئة الثانية فتمثل ١٣,٧٩٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض وتشمل ٤ أحواض جميعها تقع أسفل حوض الوادي ولكن فرق الارتفاع اكبر مما هو عليه في الحوض الجزئي رقم (٢٥)، وهي قيمة متوسطة الارتفاع وتدل على تضرس الأحواض رغم وجودهم في أسفل الوادي مما يدل على أن الحوض لم يسوي جميع تضاريسه لأنه مازال في مرحلة النضج. والفئة الثالثة تمثل أيضاً ١٣,٧٩٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض وتشكل كذلك ٤ أحواض وتتراوح نسبة تضرسها بين ٣١- ٥٠ م/كم، وهي نسبة مرتفعة تدل على شدة التضرس في تلك الأحواض، ويقع الحوض رقم (٦) في وسط الحوض أما الأحواض الأخرى فتقع في الجانب الأيسر أسفل للحوض مما يدل كذلك عل شدة تضرس الحوض في أسفله. أما الفئة الرابعة فتمثل كذلك ١٣,٧٩٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض وتمثل ٤ أحواض أيضاً تتراوح قيمها بين ٥١-٧٠ م/كم وهي قيمة مرتفعة تدل على شدة تضرس الحوض فالحوض رقم (٢) يقع في أعلى الحوض ويشغل مساحة كبيرة تساوي ٣٩٣,٢٣ كم٢ بنسبة ٢٣,٩٨٪ من مجمل مساحة الحوض وهو اكبر الأحواض مساحة وبلغ أعلى ارتفاع فيه ٢٦٠٠م واقل ارتفاع فيه ٢٤٨,٧ م وبذلك فان فرق الارتفاع ٢٣٥١,٣ م ومتوسط الارتفاع ١٠٧٨,١٨م (انظر جدول رقم ١٤) وهو بذلك شديد التضرس ويشغل مساحة كبيرة وهو حوض



شكل رقم (١٧) فئات نسبة التضرس في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (١٥) التوزيع التكراري لفئات نسبة التضرس للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ١٠	١	٣,٤٤٪	٢٥
١٠- ٣٠	٤	١٣,٧٩٪	١، ١٥، ١٧، ٢٠
٣١- ٥٠	٤	١٣,٧٩٪	٦، ٧، ١٤، ٢٦
٥١- ٧٠	٤	١٣,٧٩٪	٢، ١٣، ٢٣، ٢٧
٧١- ٩٠	٧	٢٤,١٣٪	٣، ٥، ٨، ١٠، ١٦، ١٩، ٢١
أكثر من ٩٠	٩	٣١,٠٣٪	٤، ٩، ١١، ١٢، ١٨، ٢٢، ٢٤، ٢٨، ٢٩
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

من الرتبة السادسة، أما بقية الأحواض فهي اقل مساحة من الحوض رقم (٢) وتقع في وسط الحوض، وتمثل الفئة الخامسة فتمثل ٢٤,١٣٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض، وتشمل ٧ أحواض، وتتراوح نسبة التضرس فيها بين ٧١- ٩٠م/كم وهي نسب مرتفعة، فالحوض رقم (٣) ذو مساحة كبيرة بلغت ٣١٨,٨١كم بنسبة ١٩,٤٤٪ من مجمل مساحة الحوض ويقع أعلى يمين الحوض وقد بلغ أعلى ارتفاع فيه ٢٤٢٦,٢م واقل ارتفاع ٣٨٨,٣م وفرق الارتفاع ٢٠٣٧,٩م ومتوسط ارتفاع الحوض ١٠٢٤,٩١م مما يدل على شدة تضرسه، أما الحوضان رقم (٥ و ٨) فيقعان على جانب الحوض الأيسر وهما اقل مساحة من الحوض رقم (٣) وقد بلغ أعلى ارتفاع فيهما على التوالي

١٤٨٠م ، ١٢٩٩,٨م وهي ارتفاعات عالية مما يدل على أن الحوض ترتفع جوانبه كثيراً وانه مازال في مراحله الأولى من التطور والحت، والحوض رقم (١٠) يقع في أعلى الجانب الأيمن من الوادي، والحوض رقم (١٦) فيقع في أعلى وسط الحوض، والحوضان رقم (١٩، ٢١) يقعان في الجانب الأيمن أسفل الحوض وهذا يدل كذلك على أن الحوض لم يسو تضاريسه وانه شديد التضرس حتى بالقرب من المصب، أما الفئة الأخيرة فتمثل اكبر نسبة من بين الأحواض الجزئية في الحوض وهي ٣١,٠٣٪ وتشمل ٩ أحواض بلغت نسبة التضرس فيها أكثر من ١٠٠م/كم وهي نسب عالية جداً تدل على شدة التضرس في الحوض، والحوض رقم (٤) يقع في أعلى وسط الحوض وبلغ أعلى ارتفاع فيه ٢٤٢٩,٤م واقل ارتفاع ٣٨٨,٩م وفرق الارتفاع ٢٠٤٠,٥ م ومتوسط الارتفاع ١١٢٠,٦٥م وبلغت مساحته ١٣٢,٣٨كم٢ بما نسبته ٨,٠٧٪ من مجمل مساحة الحوض وهو بذلك شديد التضرس، أما الأحواض رقم (١١، ١٢، ١٨) هي ذات مساحة اقل من السابق بقليل فتقع في الجانب الأيمن من وسط الحوض، وبلغت أعلى ارتفاعات فيها على التوالي ١٧٦٠م، ١٨٣٩م، ١٨٥٩,٧م وهي ارتفاعات عالية وذات أحواض قليلة الطول مما أدى إلى زيادة نسبة التضرس بشكل كبير، ويدل ذلك على شدة ارتفاع جوانب حوض وادي يلملم بشكل كبير جداً وانه مازال في بداية دورته التحاتية.

٢- التضاريس النسبية Relative relief

تساعد هذه النسبة على إدراك قيمة التضرس النسبي للحوض بغض النظر عن نسيجه الطبوغرافي، ويشير انخفاض قيم التضرس إلى كبر المساحة الحوضية مما يدل على نشاط عملية النحت والتراجع نحو المنابع وتقويض مناطق تقسيم المياه وبالتالي إمكانية حدوث اسر نهري مما يشير إلى التقدم في دورة التعرية، وعلى العكس من ذلك فان الأحواض العالية في نسبة تضرسها تكون صغيرة المساحة ونشطة في عملية النحت في ظل ظروف تضرس مرتفع، ويعني هذا أنها ما زالت في المراحل الأولى من دورة التعرية النهرية (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص٢٥).

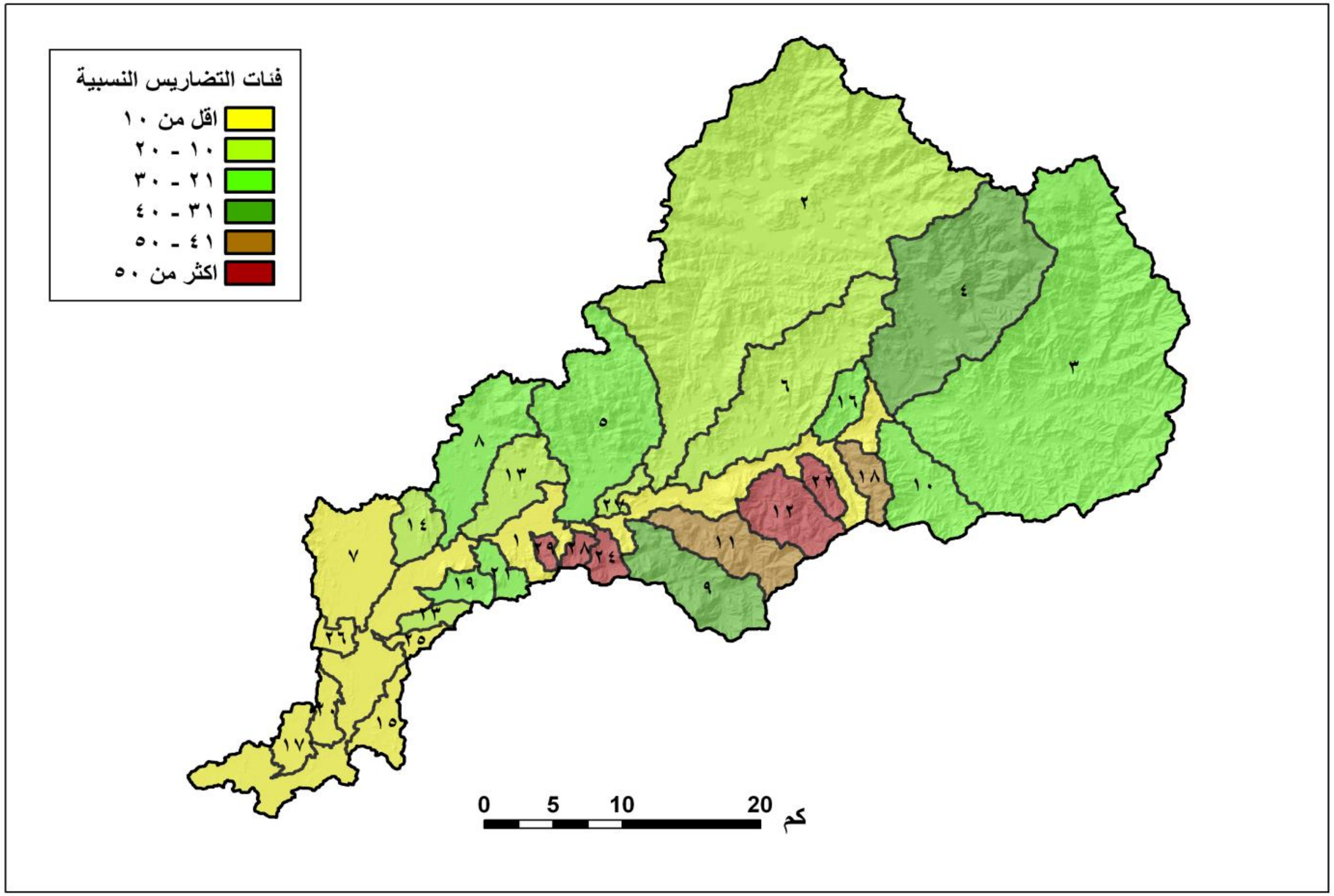
وبالنظر إلى جدول رقم (١٤) فإننا نجد أن قيمة التضاريس النسبية للحوض بلغت ٧,٩٣، وتعتبر نسبة منخفضة لكبر مساحة الحوض، فمع كبر مساحة الحوض يقل التضرس وحوض وادي يلملم يعتبر من الأحواض الإقليمية ذات المساحة الكبيرة إذ تبلغ مساحته ١٦٣٩كم٢.

وفيما يتعلق بالأحواض الجزئية فإننا نجد أن أعلى قيمة للتضاريس النسبية كانت في الحوض رقم (٢٩) ٧٩,٣٥م/كم، وهي قيمة مرتفعة تدل على شدة تضرس الحوض وذلك لكبر فرق الارتفاع بالنسبة لمحيط الحوض فالحوض صغير المساحة وانعكس ذلك على محيطه، وأدنى قيمة بين الأحواض الجزئية كانت في الحوض رقم (٢٥) والتي بلغت ٢,١٧م/كم، مما يدل على قلة تضرس الحوض وتقارب قيمتي فرق الارتفاع ومحيط الحوض (شكل رقم ١٨).

وقد تم تصنيف الأحواض بالنسبة إلى التضاريس النسبية إلى مجموعة من الفئات كما يبينه الجدول رقم (١٦)، حيث نجد أن الفئة الأولى تمثل ٢٤,٣١٪ من مجوع الأحواض الجزئية في الحوض وتشمل ٧ أحواض وسجلت جميعها قيما أقل من ١٠ وهي قيم منخفضة تدل على قلة تضرس الحوض وكثرة نقط تغير الإنحدار قرب المنبع والتي قد يرجع وجودها إلى التكوينات الصخرية الصلبة التي تظهر في مجرى الوادي والتي لم يستطع إزالتها أو أن يعمق مجراها خلالها، أما **الفئة الثانية** فتمثل ٢٠,٦٨٪ من مجموع الأحواض الجزئية، وتشمل ٦ أحواض تتراوح قيمها من ١٠- ٢٠، وهي قيم متوسطة تدل على تضرس الحوض فيما تمثله تلك الأحواض الجزئية من الحوض، والفئة الثالثة تشمل ٢٤,٣١٪ من مجموع الأحواض الجزئية، وتشمل ٧ أحواض تتراوح قيمها من ٢١- ٣٠، وهي قيم مرتفعة تدل على شدة تضرس الحوض، أما الفئة الرابعة فتمثل ٦,٨٩٪ من مجموع الأحواض الجزئية وتشمل حوضين فقط وتتراوح قيمها من ٣١- ٤٠، وهي قيم مرتفعة تدل على شدة تضرس الحوض، أما الفئة الأخيرة فتمثل ١٧,٢٤٪ من مجوع الأحواض الجزئية وتشمل ٥ أحواض سجلت جميعها قيماً أكبر من ٥٠ وهي قيم مرتفعة جداً تدل على شدة تضرس الحوض كما يدل على ذلك المدى الكبير بين فرق الإرتفاع وبين محيط الحوض.

٣- قيمة الوعورة Ruggedness value:

وترتفع قيمة الوعورة عند زيادة التضرس الحوضي إلى جانب زيادة أطوال المجاري على حساب المساحة، وقد أوضح سترالر Strahler عند دراسته لقيم درجات الوعورة لمجموعة من أحواض الولايات المتحدة الأمريكية أنها تتفاوت مابين ٠,٠٦ للأحواض قليلة التضرس وأكثر من ١ صحيح للأحواض شديدة التضرس (الحربي، ١٤٢٨هـــ، ص١٤٧).



شكل رقم (١٨) فئات التضاريس النسبية في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (١٦) التوزيع التكراري لفئات التضاريس النسبية للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ١٠	٧	٢٤,٣١٪	١، ٧، ١٥، ١٧، ٢٠، ٢٥، ٢٦
١٠- ٢٠	٦	٢٠,٦٨٪	٢، ٦، ١٣، ١٤، ٢٣، ٢٧
٢١- ٣٠	٧	٢٤,٣١٪	٣، ٥، ٨، ١٠، ١٦، ١٩، ٢١
٣١- ٤٠	٢	٦,٨٩٪	٤، ٩
٤١- ٥٠	٢	٦,٨٩٪	١١، ١٨
أكثر من ٥٠	٥	١٧,٢٤٪	١٢، ٢٢، ٢٤، ٢٨، ٢٩
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: عمل الباحثة.

وبتطبيق قيمة الوعورة على كامل حوض وادي يلملم فقد بلغت ١,٢٣ (انظر جدول رقم ١٤)، وهي قيمة مرتفعة تدل على وعورة الحوض وأنه يجري في منطقة شديدة التضرس فقد بلغت نسبة التضرس فيه ٣١,٢ م/كم.

وتتفاوت قيم الوعورة بين الأحواض الجزئية إذ بلغت أعلى قيمة ٢,٢٧ للحوض رقم (١١)، واقل قيمة ٠,٠٢ للحوض رقم (٢٥) (شكل رقم ١٩). وقد تم تصنيف الأحواض بالنسبة إلى نسبة التضرس إلى مجموعة من الفئات كما في الجدول رقم (١٧)، وبالنظر إلى الجدول رقم (١٧) نجد أن الفئة الأولى تمثل ٨٩٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض، وتشمل ٢٦ حوضاً جزئياً وبغت

قيمة الوعورة فيها اقل من ١ وهي قيمة تتراوح من ٠,٠٢ للحوض رقم (٢٥) وبين ٠,٩٦ للحوض رقم (٣) فالأولى قيمة منخفضة كثيراً فالحوض رقم (٢٥) قليل التضرس إذ بلغت نسبة التضرس فيه ٦,٠٨ والتضاريس النسبية ٢,١٧ ولهذا فهو قليل الوعورة لأنه يجري في منطقة خفيفة التضاريس بشكل عام، أما الحوض رقم (٣) فقيمته عالية وتدل على تضرسه، أما الفئة الثانية فتشمل حوضين فقط هما الحوضين رقم (٢ و ٤) وتتراوح قيم الوعورة فيهما بين ١-١,٩٩ وهي قيمة مرتفعة تدل على شدة وعورة الحوضين، وبلغت نسبة الوعورة في الفئة الأخيرة أكثر من ٢ وهي قيمة مرتفعة جداً وتمثلت في الحوض رقم (١١) حيث بلغت نسبة التضرس فيه ١٣٥,٩٩ مما يدل على شدة تضرسه وصغر مساحته.

٤ - معدل النسيج الطبوغرافي Texture topography:

يدل على مدى تقطع الأحواض في الودي، وتقسم نسبة التقطع إلى ثلاث درجات:

أ- خشنه وهي اقل من ٤

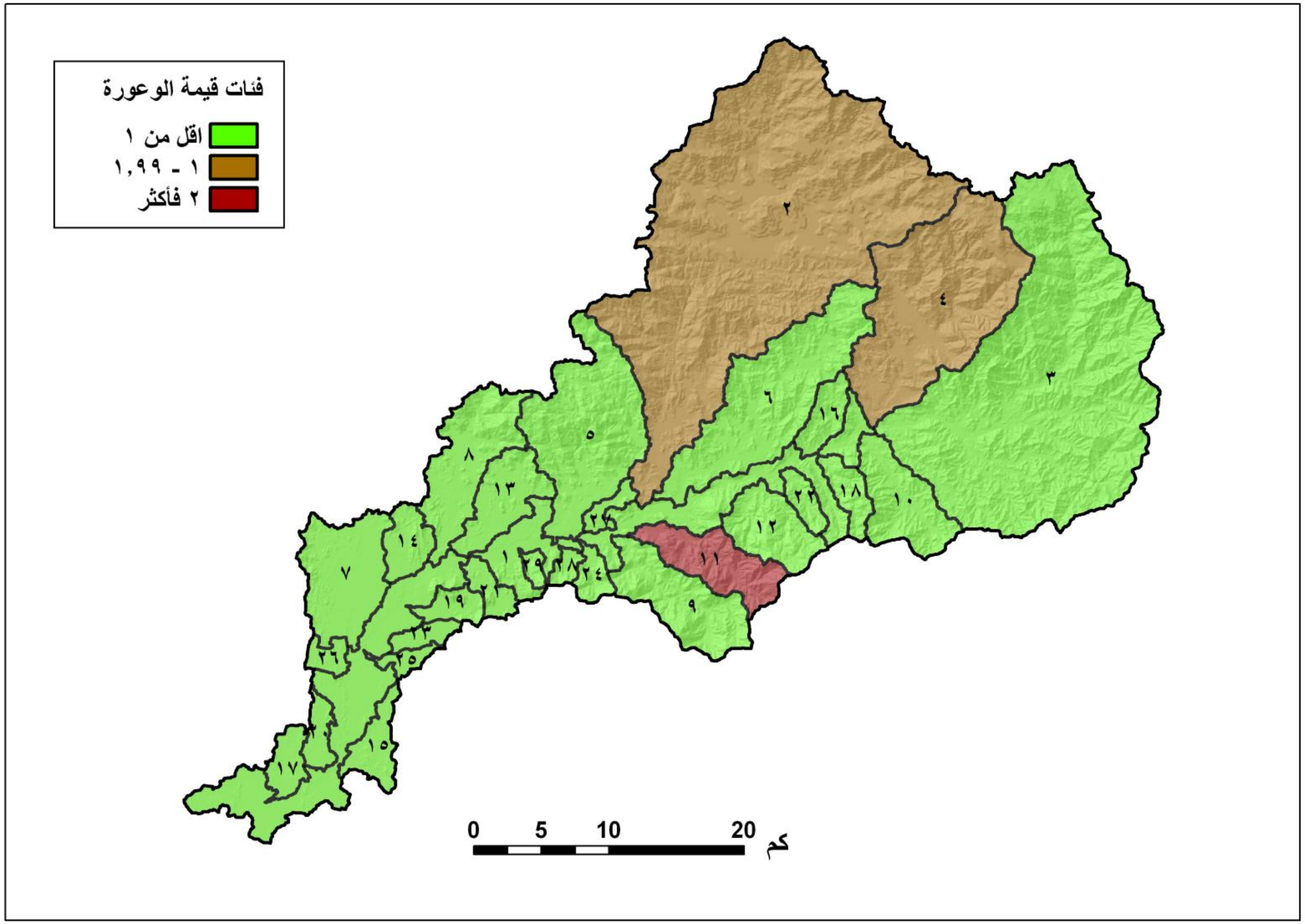
ب- متوسطة وتتراوح بين ٤ - ١٠

ج- ناعمة أكثر من ١٠

وقد ذكر بحيري (١٣٩٩هـ، ص١٥٥) أن النسيج الطبوغرافي للأحواض النهرية المختلفة يختلف بناء على عدة عوامل منها:

١- طبيعة الصخور ودرجة مقاومتها لعمليات النحت المائي، ففي مناطق الصخور الصلبة الشديدة المقاومة كالجرانيت والنايس والكوارتزيت والحجر الرملي يكون النسيج الطبوغرافي عادة خشناً، والعكس بالنسبة للصخور الرخوة كالطين والطمي والصلصال.

٢- درجة نفاذية الصخر للماء فالصخور الضيقة المسام والفوالق والمفاصل قليلة القابلية على تسرب المياه إلى ماتحت السطح ومن ثم تغطي كمية المياه الجارية على السطح فيؤدي إلى نشاط عمليات النحت، وبالتالي تعدد القنوات وتكاثرها بسرعة ومن ثم نعومة النسيج الطوبوغرافي بالمناطق التي



شكل رقم (١٩) فئات قيمة الوعورة في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (١٧) التوزيع التكراري لفئات قيمة الوعورة للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ١	٢٦	٨٩,٦٥٪	١، ٣، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩
١- ١,٩٩	٢	٦,٨٩٪	٢، ٤
٢ فأكثر	١	٣,٤٤٪	١١
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

تغطيها هذه التكوينات أي الطين والطفل والطمى، والعكس إذا كانت قدرة الغطاء الصخري على تسرب المياه إلى ما تحت السطح كبيرة، فهذا يقلل من كمية الجريان السطحي وبالتالي يضعف القدرة على النحت وتكون النتيجة نسيجاً طوبوغرافياً خشناً كالحال في مناطق الرمال السائبه أو الحصباء أو الجلاميد.

٣ــ وجود غطاء نباتي أو عدمه عامل هام في تحديد درجة النسيج الطوبوغرافي السريعة ومن ناحية أخرى يلعب الغطاء النباتي دور المنظم للجريان السطحي فيجعله أكثر تعقلاً، أي يعمل على توزيعه على فترات زمنية أطول وبالتالي يقلل من قدرة الماء الجاري على النحت واستحداث المجاري المائية لذلك تتميز مناطق الغطاءات النباتية الكثيفة من غابات وحشائش بنسيج خشن في بعض الحالات، و العكس صحيح. بمعنى أن الجهات الصحراوية القاحلة التي يقل أو ينعدم فيها الغطاء النباتي تحرم

أسطحها عامل الحماية ولذا فهي أكثر تعرضا للنحت واستحداث المجاري عقب كل سيل حتى ولو كانت كمية الأمطار قليلة إلا أنها غالبا ما تتركز في زخات سريعة مفاجئة.

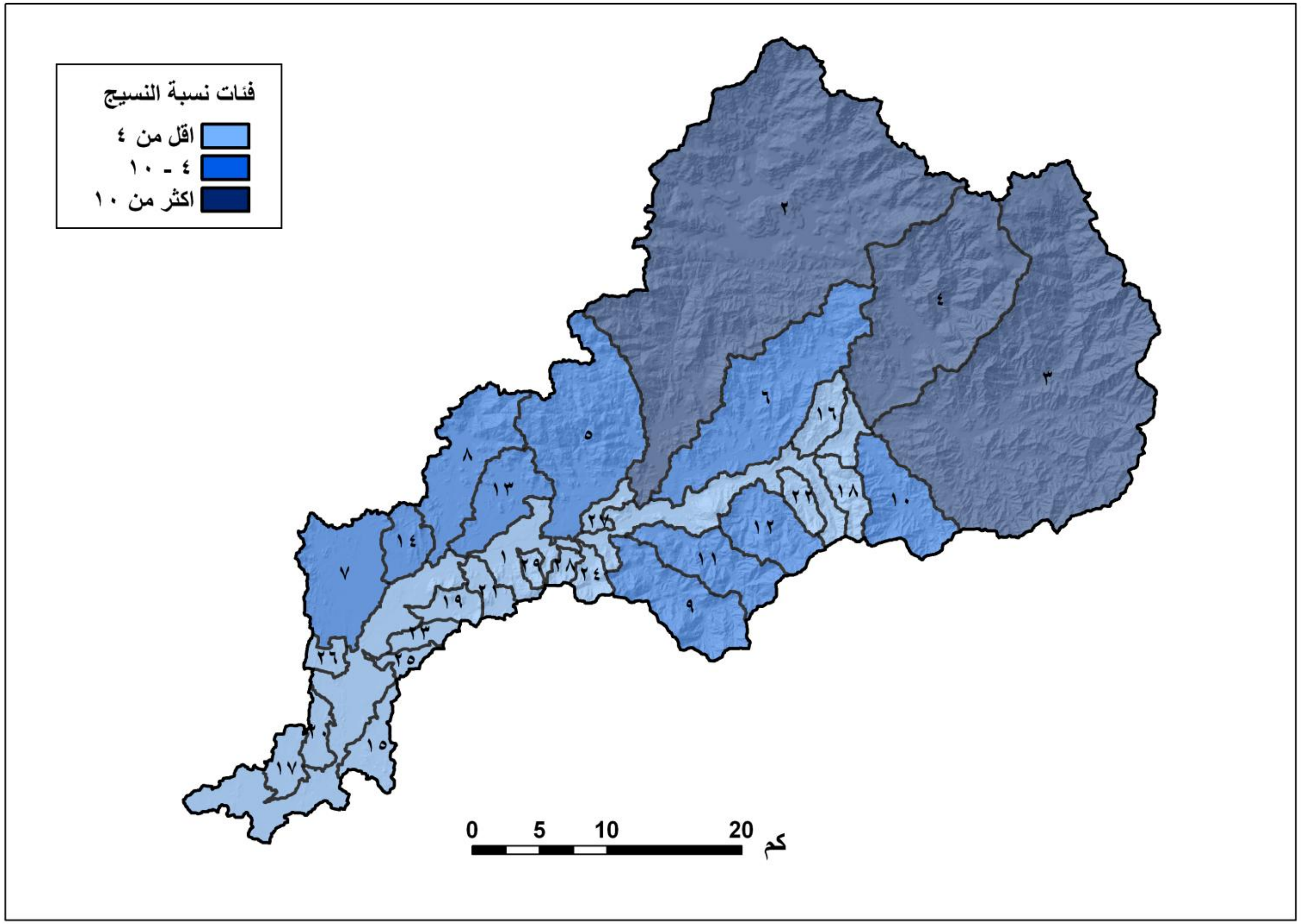
وبدراسة نسبة النسيج الطوبوغرافي في حوض وادي يلملم (جدول رقم١٤) نجد أن هذه النسبة بلغت ٢٥,١٤، هي قيمة عالية تقع ضمن الفئة الثالثة ذات النسيج الناعم والذي يظهر في المناطق التي تنخفض فيها كثافة الغطاء النباتي وترتفع فيها نسبة التضرس مما يسمح بوجود جريان سطحي يساهم في زيادة معدلات التعرية.

وقد تفاوتت نسب النسيج الطوبوغرافي بين الأحواض الجزئية (شكل رقم٢٠) إذ سجل الحوض رقم (٢) أعلى نسبة ١٥,٣٣، بينما سجل الحوض رقم (٢٥) أقل نسبة ٢,٠١.

وحسب تقسيم معدل النسيج الطوبوغرافي تم تصنيف الأحواض الجزئية وهي مبينه في الجدول رقم (١٨)، حيث نجد أن الفئة الأولى تمثل ٦٢,٠٦٪ من مجموع الأحواض الجزئية وتشمل ١٨ حوضا وتقل نسبة النسيج بها عن ٤، وهي بذلك ذات نسيج خشن والذي يدل على أن صخور الأحواض ذات مقاومة شديدة لعمليات النحت المائي ويدل كذالك على أن قدرت الغطاء الصخري على تسريب المياه إلى ماتحت السطح كبيرة، وبالتالي تقل كمية الجريان السطحي وتضعف القدرة على النحت وتكون النتيجة نسيج طوبوغرافي خشن ويدل كذالك على الغطاء النباتي الكثيف، أما الفئة الثانية فتمثل ٢٧,٥٨٪ من مجموع الأحواض الجزئية وتشمل ٨ أحواض وهي بذالك تقع ضمن الفئة ذات النسيج المعتدل، أما الفئة الثالثة والأخيرة فتمثل ١٠,٣٤٪ من مجموع الأحواض الجزئية وتشمل ٣ أحواض فقط، وهي بذلك تقع في فئة الأحواض ذات النسيج الناعم، ويدل ذلك على قلة مقاومة الصخور لعمليات النحت المائي وقلة قدرة الغطاء الصخري على تسريب المياه إلى ماتحت السطح، وبالتالي كثرة كمية الجريان السطحي وزيادة القدرة على النحت ويدل كذلك على قلة الغطاءات النباتية.

٥ - الانحدار slope:

الانحدار أو المنحدر هو ميل سطح الأرض عن خط الأفق أو الميلان الذي يربط بين نقطتين مختلفتي المنسوب، وفي بعض الأحيان بنفس المنسوب كما هو الحال بالنسبة للسطح المستوي، ويعبر



شكل رقم (٢٠) فئات معدل النسيج الطبوغرافي في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (١٨) التوزيع التكراري لفئات معدل النسيج الطوبوغرافي للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
أقل من ٤	١٨	٦٢,٠٦٪	١، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩
٤ — ١٠	٨	٢٧,٥٨٪	٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤
أكثر من ١٠	٣	١٠,٣٤٪	٢، ٣، ٤
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: عمل الباحثة.

عن الانحدار بالدرجة أو النسبة المئوية أو من خلال التضرس النسبي فمثلاً الانحدار الذي تبلغ قيمته٣٠٪ يساوي ١٦,٧ ° أو ٣٠٠م/كم، أو ٥٠٪ تساوي ٢٦,٦ ° أو ٥٠٠م/كم (سلامة، ١٤٢٥هـ، ص١٤٠).

وتعد الانحدارات ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجغرافية عامة والجيومورفولوجية خاصة، حيث تمثل احد عناصر مظاهر السطح التي يتم تحليلها باستخدام أساليب قياسية وتحليلية لأنها ذات علاقة وطيدة بالنشاط البشري بأشكاله المختلفة كالعمران والطرق والجسور ومشاريع الري والخزن وغير ذلك، حيث يعتمد إقامة أي مشروع على طبيعة الانحدار وشدته واستقراره والعمليات الجيومورفولوجية التي تتعرض لها تلك السفوح (الدليمي، ١٤٢٥هـ، ص١٦٢).

ويمكن اعتبار الانحدار أهم عنصر في أي نظام جيومورفولوجي بل اعتبرت المنحدرات جوهر علم الجيومورفولوجيا على اعتبار أن التنوع والتعدد في أشكال الأرض يرتبط باختلاف مناسيبها أو

تضرسها وانحداراتها، إضافة إلى خصائصها الشكلية والمساحية المميزة. كما يمكن اعتبار الانحدار محصلة لمجمل التغيرات البيئية الغابرة والسائدة وذلك من خلال تحقيقه للتوازن الديناميكي حين تتبع العمليات الجيومورفولوجية نمطاً متوقعا يميل إلى التكرار والاستقرار (سلامة، ١٤٢٥هـ، ص١٤٣).

وقد صنف يونج (Young, 1972, p. 173) المنحدرات إلى سبع فئات هي كتالي:

أ- انحدار شبه مستوي إلى خفيف جداً: ويتراوح فيه الانحدار من (٠ – ٢ْ).

ب- انحدار خفيف: ويتراوح فيه الانحدار من (٢ْ – ٥ْ).

ج- انحدار متوسط: ويتراوح فيه الانحدار من (٥ْ – ١٠ْ).

د- انحدار فوق المتوسط: ويتراوح فيه الانحدار من (١٠ْ – ١٨ْ).

هـ- انحدار شديد: ويتراوح فيه الانحدار من (١٨ْ – ٣٠ْ).

و- انحدار شديد جداً: ويتراوح فيه الانحدار من (٣٠ْ – ٤٥ْ).

ز- منحدرات جرفيه: وهي التي يزيد فيها الانحدار عن (٤٥ْ).

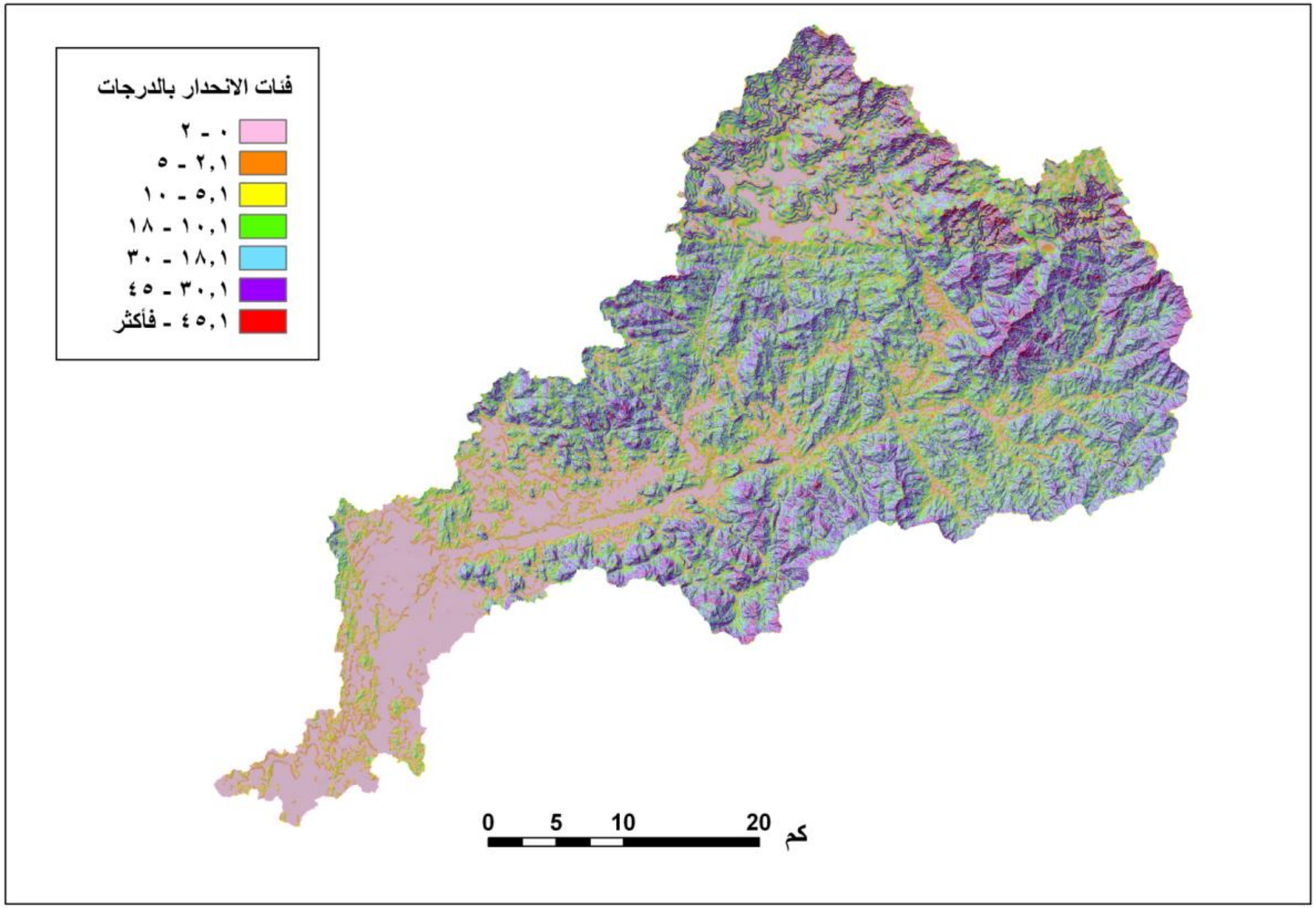
وبناءاً على هذا التصنيف فان حوض وادي يلملم يعتبر ذو انحدار فوق المتوسط إذ بلغ انحداره ١٧,٤٧ْ وذلك نظراً لكبر مساحته لأنه عادة ما ترتبط المساحات الواسعة بقلة الانحدار.

وقد تم تصنيف انحدارات حوض وادي يلملم تبعاً لتصنيف يونج Young (شكل رقم ٢١)، كما يبينها الجدول رقم (١٩)، حيث نجد أن الفئة الأولى (٠ – ٢ْ) والتي تمثل الانحدار شبه المستوي تشكل ما نسبته ١٣,٢٦٪ من مساحة الحوض وتسود في وسط وأسفل الحوض إضافة إلى شمال غرب الحوض (شكل رقم ١٨)، والفئة الثانية (٢,١ْ – ٥ْ) التي تمثل الانحدار الخفيف تشكل ما نسبته ٩٪ من مساحة الحوض وتتركز في أعلى وسط الحوض ووسط الحوض وأدنى الحوض على جوانب الانحدار شبه المستوي، أما الفئة الثالثة (٥,١ْ – ١٠ْ) فهي تمثل الانحدار المتوسط فتشكل نفس نسبة الفئة السابقة ٩٪ وتتوزع هذه الفئة من الانحدار في مناطق متفرقة من الحوض، والفئة الرابعة (١٠,١ْ – ١٨ْ) تمثل الانحدار فوق المتوسط وتشكل ١٥,٦٨٪ من مساحة الحوض

وتتوزع في أعلى ووسط الحوض ومناطق قليلة جداً أدنى الحوض، والفئة الخامسة (١٨,١ ْ – ٣٠ ْ) تمثل الانحدار الشديد وتشكل ٢٦,٦٢٪ من مساحة الحوض وهي أعلى نسبة في فئات الانحدار ويسود في مناطق واسعة في أعلى ووسط الحوض، والفئة السادسة (٣٠,١ ْ – ٤٥ ْ) تمثل الانحدار الشديد جداً وتشكل ١٧,٥٢٪ من مساحة الحوض وتتوزع كذلك في أعلى الحوض ووسطه، أما الفئة السابعة والأخيرة (٤٥,١ ْ فأكثر) فتمثل الانحدار الجرفي ويشكل ٢,٦٠٪ من مساحة الحوض وتنتشر على حدود أعلى الحوض وفي ووسط أعلى الحوض وكذلك على جانبي وسط الحوض، ويمثل هذا الانحدار قمم الجبال.

ومما سبق نجد أن ٢٢,٢٦٪ من مساحة الحوض تغطيها انحدارات شبه مستوية وخفيفة (٠ ْ – ٥ ْ) تسود في شمال غرب أعلى الحوض ووسطه وأدنى الحوض، و ٢٤,٦٩٪ من مساحة الحوض تغطيه الانحدارات المتوسطة (٥,١ ْ – ١٨ ْ) وتنتشر على جوانب الانحدارات الخفيفة وفي أعلى ووسط الحوض ومناطق قليلة في أدنى الحوض، و٤٤,١٤٪ من مساحة الحوض تغطيه الانحدارات الشديدة (١٨,١ ْ – ٤٥ ْ) وتنتشر في أعلى وعلى جوانب وسط الحوض إذ أن وسط وسط الحوض تغطية انحدارات شبه مستوية لأنه يشكل مجرى الرتبة السابعة والذي يتكون عند أسفل أعلى الحوض، وهذا يعني أن اغلب مساحة الحوض تغطيه الانحدارات الشديدة والشديدة جداً حسب تصنيف يونج Young وذلك لطبيعة المنطقة الإنكسارية.

يظهر جدول رقم (٢٠) معدل الانحدار في حوض وادي يلملم والأحواض الجزئية، وقد تم تصنيف الأحواض الجزئية وفقاً لمعدل الانحدار إلى مجموعة من الفئات (جدول رقم ٢١)، حيث نجد أن ٤٨,٢٧٪ من مجموع الأحواض الجزئية هي ذات انحدارات شديدة وهي الأحواض الواقعة في أعلى الحوض وجانبيه حيث الارتفاعات العالية (شكل رقم ٢٢)، وتشغل الانحدارات المتوسطة ما نسبته ١٧,٢٤٪ من مجموع الأحواض الجزئية، وهي الأحواض الواقعة في وسط وأسفل وسط الحوض، أما فئة الانحدارات الخفيفة فتمثل ما نسبته ١٣,٧٩٪ من مجموع الأحواض الجزئية، وهي الأحواض التي تقع أسفل الوادي أي في منطق المصب، والنسبة متساوية بين الأحواض ذات الانحدار شبه المستوي والانحدار فوق المتوسط، وتقع الأحواض شبة المستوية في أسفل الوادي، أما الأحواض فوق المتوسطة فنجد أن الحوض رقم (٦) يقع في أعلى وسط الوادي والأحواض رقم (٨ ، ١٩)



شكل رقم (٢١) تصنيف الإنحدار في حوض وادي يلملم وفق تصنيف يونج Young

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (١٩) تصنيف الانحدار في حوض وادي يلملم حسب تصنيف يونج Young

نوع الانحدار	فئات الانحدار بالدرجات	المساحة كم٢	النسبة المئوية ٪
شبه مستوي	٠ – ٢ْ	٢١٧,٤٠	١٣,٢٦
خفيف	٢,١ْ – ٥ْ	١٤٧,٥٢	٩
متوسط	٥,١ْ – ١٠ْ	١٤٧,٨٠	٩,٠١
فوق المتوسط	١٠,١ْ – ١٨ْ	٢٥٧,٠٤	١٥,٦٨
شديد	١٨,١ْ – ٣٠ْ	٤٣٦,٣٠	٢٦,٦٢
شديد جداً	٣٠,١ْ – ٤٥ْ	٢٨٧,٢١	١٧,٥٢
جرفي	٤٥,١ْ فأكثر	٤٢,٦٣	٢,٦٠

المصدر: الباحثة.

يقعان في أسفل وسط الحوض على الجوانب حيث تزيد الارتفاعات قليلاً. وبهذا نجد أن الانحدارات تختلف في الحوض لاختلاف البنية الجيولوجية ولاختلاف العمل الجيومورفولوجي والهيدرولوجي.

رابعاً: الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف

تعتبر الأمطار أهم مصدر للجريان المائي السطحي المسؤولة عن نشأة المجاري المائية وذلك بعد أن تصل التربة عند المنابع إلى درجة التشبع. فالجريان السطحي لا يلبث أن يتحول إلى جريان متهيج

جدول رقم (٢٠) الانحدار في حوض وادي يلملم وأحواضه الجزئية بالدرجات

الأحواض الجزئية	أعلى انحدار	معدل الانحدار
١	٧٠,٦٣	٧,٩٤
٢	٧١,٤٥	١٩,٠٨
٣	٧٦,١٤	٢٢,٦٤
٤	٧٢,٩٧	٢١,٤٥
٥	٦٧,٩٩	١٨,٧٥
٦	٥٨,١٩	١٦,٧١
٧	٥٤,٠٢	٤,٠٨
٨	٦١,٣٤	١٣,٠٦
٩	٧٠,٧٨	٢٥,١١
١٠	٦٤,٤٩	٢١,٠٧
١١	٧٠,٦١	٢٥,٠٤
١٢	٧٣,٨٧	٢٥,٣٥
١٣	٦٩,٤٢	٨,٦١
١٤	٥٠.٢٧	٧,٦٢
١٥	٣٢,٤٣	٣
١٦	٥٦,٠١	٢٠,٢٧
١٧	٢٨,٤٦	١,٩٢
١٨	٥٥,٠٦	٢٣,٩٢
١٩	٥٨,٨٥	١٠,١٣
٢٠	٣١,٩٢	٢,٥٧
٢١	٦٣,٠٤	٩,٠٦
٢٢	٦٣,٤٧	٢٢,٢٨
٢٣	٥١,٢٦	١,٤٠
٢٤	٥٨,٥٤	٢١,٨١
٢٥	٦,٣٩	٠,٤٢
٢٦	٤٥,٠٥	٣,٨٢
٢٧	٥٨,٥٠	٥,٦٧
٢٨	٦٠,٢٢	١٨,٦٩
٢٩	٦٣,٠٣	٢٠,٦٧

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٢١) التوزيع التكراري لفئات معدل الانحدار للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
٠° - ٢° شبه مستوية	٣	٪١٠,٣٤	١٧، ٢٣، ٢٥
٢,١° - ٥° خفيف	٤	٪١٣,٧٩	٧، ١٥، ٢٠، ٢٦
٥,١° - ١٠° متوسط	٥	٪١٧,٢٤	١، ١٣، ١٤، ٢١، ٢٧
١٠,١° - ١٨° فوق المتوسط	٣	٪١٠,٣٤	٦، ٨، ١٩
١٨,١° - ٣٠° شديد	١٤	٪٤٨,٢٧	٢، ٣، ٤، ٥، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٦، ١٨، ٢٢، ٢٤، ٢٨، ٢٩
المجموع	٢٩	٪١٠٠	٢٩

المصدر: الباحثة.

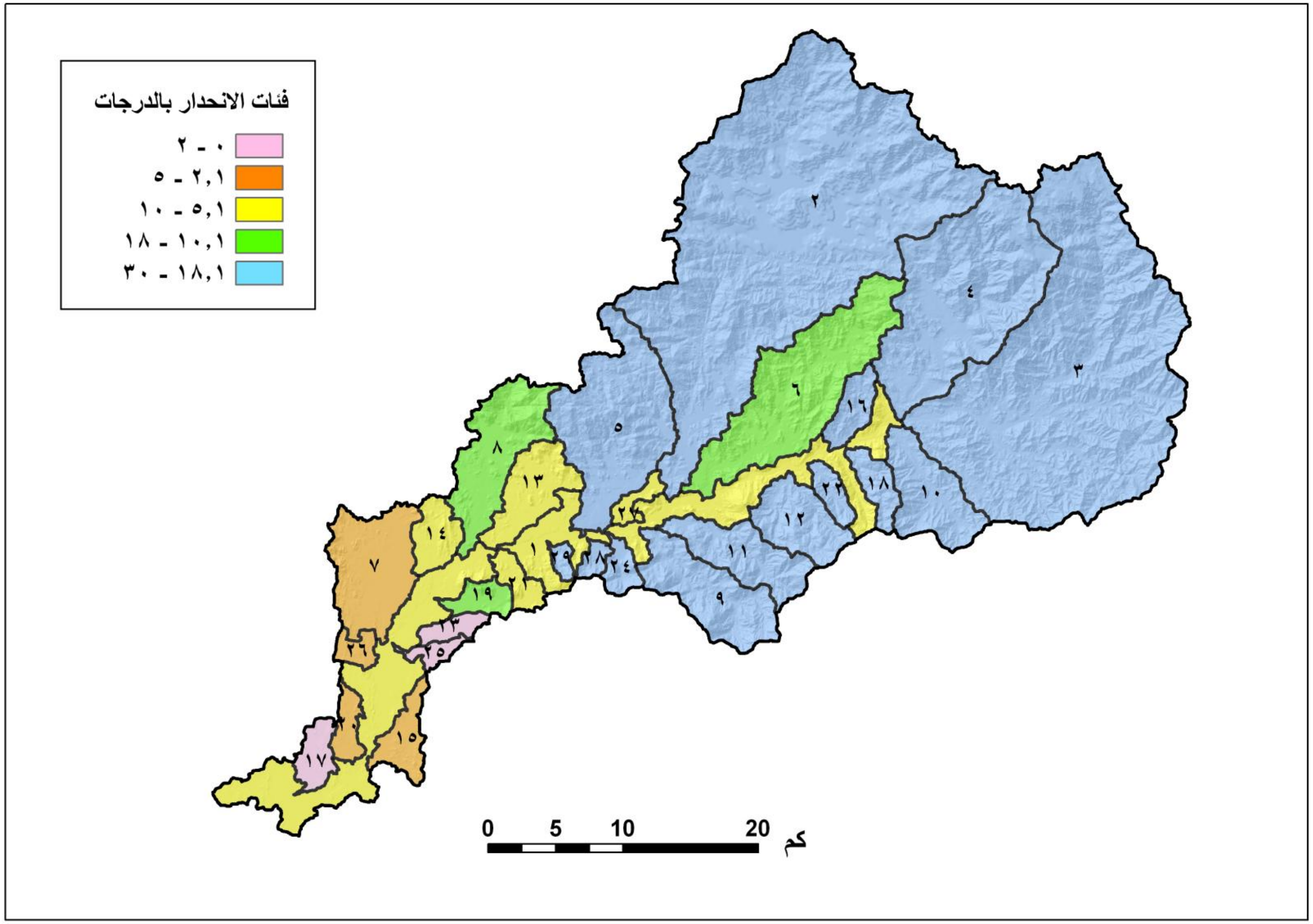
وقنوي بعد تزايد كمية المياه السطحية وسرعة جريانها وقوتها الحتية. وكلما زاد تركيز الأمطار الساقطة كلما تحول الجريان السطحي إلى قنوي حتى مع افتراض قلة الكثافة النباتية. وتمهد التعرية بفعل قطرات المطر (التعرية التناثرية) والجريان المتهيج الطبقي لنشاط الحفر القنوي أو الجديلي بإزالة المواد الصخرية المفتتة وتوفر كفاءة تصريفية (نسبة التصريف المائي إلى الأمطار) بعمق وسرعة جريان تؤهله لمباشرة عملية الحفر القنوي (سلامة، ١٤٢٥هـ، ص١٨٥).

يعد الشكل العام لروافد الوادي بروابتها المختلفة داخل الحوض نتاجاً أو انعكاساً للعلاقات بين خصائص صخور المنطقة وأشكالها التركيبية من جانب وظروف المناخ الحالي والقديم من جانب آخر، حيث تعكس خصائص الصخور من حيث درجة النفاذية والصلابة والانحدار العام للسطح والصور التركيبية من صدوع وفواصل وقواطع وشقوق وغيرها، ويبرز أثر كل تلك الخصائص في تعديل المظهر العام لشكل التصريف النهري وتحديد نشاط أوديته، بالإضافة إلى درجة التطور الجيومورفولوجي لحوض الوادي (محسوب، ١٩٩٧م،ص٢١٠).

وفيما يلي دراسة لعدد من المتغيرات الهامة المرتبطة بشبكات التصريف المائي في الحوض والتي تمكننا من فهم خصائصه وعلاقاته ببعضها لبعض وإبراز العديد من الخصائص المورفومترية والمورفولوجية للحوض ومجاريه.

١- الرتب النهرية

اعتمدت الباحثة في حساب رتب مجاري شبكة التصريف على طريقة سترالر Strahler، والتي تتميز بسهولتها وبساطتها وفاعليتها في حساب الرتب، والتي قام فيها سترالر بتعديل على طريقة هورتون Horton، وتطلق طريقة سترالر Strahler مسمى مجاري الرتبة الأولى على المجاري التي لا يتصل بها أي مجرى سابق، وعندما يتصل مجريان من الرتبة الأولى يتكون مجرى الرتبة الثانية، وعند اتصال مجريين من الرتبة الثانية يتكون مجرى الرتبة الثالثة، وهكذا. وإذا اتصل مجريان من رتبتين مختلفتين فان المجرى الجديد يحمل مستوى الرتبة الأعلى بينهما، أي انه لا تتكون رتبة جديدة إلا عندما يتصل مجريان من نفس الرتبة.



شكل رقم (٢٢) فئات الإنحدار وفق تصنيف يونج Young في الأحواض الجزئية

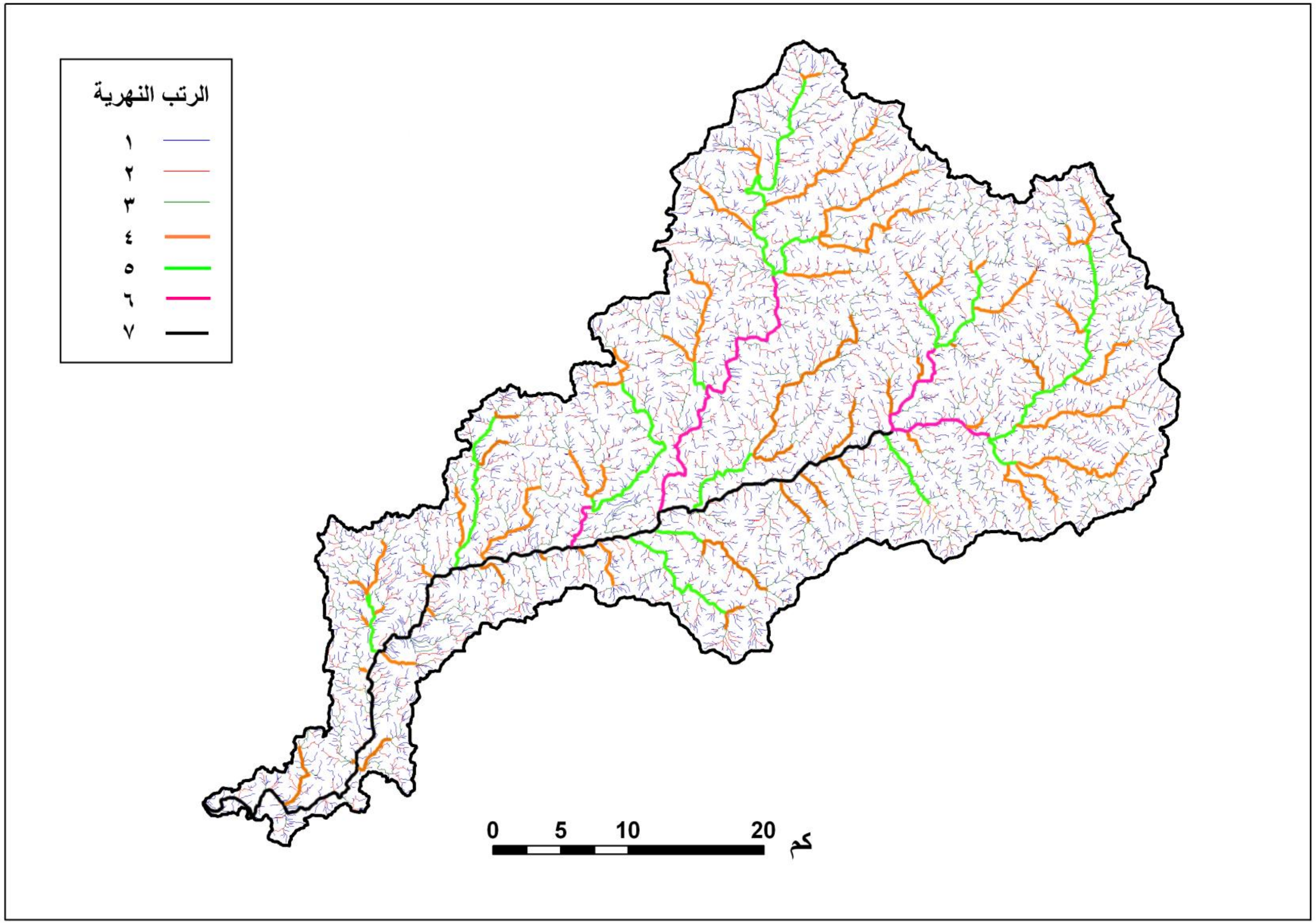
المصدر: الباحثة.

وقد استخدمت الباحثة إضافة Taudem في برنامج ArcGIS كما تم توضيح ذلك في منهج الدراسة لاستخلاص شبكة التصريف وتصنيف رتبها وفقاً لطريقة سترالر Strahler التي يعتمدها البرنامج.

ومن نتائج تحليل الرتب في حوض وادي يلملم نجد أن الحوض يصنف على انه حوض من الرتبة السابعة (شكل رقم ٢٣)، وتتكون شبكة تصريفه من مجاري ٨٠١٢ مجرى (جدول رقم ٢١)، و يتكون المجرى الرئيس للحوض عند التقاء مجرى الرتبة السادسة في حوض وادي الرنيفة رقم (٣) بمجرى الرتبة السادسة في حوض وادي الحشاء رقم (٤) (شكل رقم٢٤)، وهذا يعني أن المجرى الرئيس مجرى الرتبة السابعة يتكون بعيداً عن مصبه وقريب جداً من المنابع ويشكل ما نسبته ٧١,٦٢٪ من طول حوض وادي يلملم، مما يدل على تطور شبكة التصريف في أعالي الوادي بسبب كبر المساحة التي يشغلها الحوض في أعلاه بسبب نشاط الحت التراجعي والحت الجانبي في مجاري الرتبة الأولى وزيادة عرض الحوض.

ونجد أن الأحواض القريبة من الحوض تماثله في الرتبة تقريباً، فحوض وادي ملكان وصف انه من الرتبة السابعة (الحربي، ١٤٢٨هـــ، ص١٨٦)، ووادي ذرى احد روافد وادي الليث وصف انه من الرتبة السادسة (الغامدي، ١٤٢٨هـــ، ٢٩)، وفي هذه الدراسات تم استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية في استخلاص شبكة التصريف وترتيب الرتب وفق نظام سترالر Strahler.

واستخدمت الباحثة إضافة Taudem في برنامج ArcGIS لاستخلاص شبكة التصريف لحوض وادي يلملم وأحواضه الجزئية بقيمة عتبة تبلغ ٨٠، حيث بلغ مجموع أعداد المجاري في حوض وادي يلملم ٨٠١٢ مجرى. وتشمل الرتبة الأولى ٦٢٠٩ مجرى بنسبة ٧٧,٤٩٪ من مجموع أعداد المجاري في الحوض، وبلغ مجموع أعداد المجاري في الرتبة الثانية ١٤٠٧ مجرى بنسبة ١٧,٥٦٪ ، ومجموع أعداد مجاري الرتبة الثالثة ٣٠٦ مجرى بنسبة ٣,٨١٪ ، ومجموع أعداد مجاري الرتبة الرابعة ٧٠ مجرى بنسبة ٠,٨٧ ٪ ، ومجموع مجاري الرتبة الخامسة ١٥ مجرى بنسبة ٠,١٨ ٪ ، ومجموع مجاري الرتبة السادسة ٤ مجاري بنسبة ٠,٠٤ ٪ من إجمالي عدد المجاري في الحوض، وأخيراً مجرى الرتبة السابعة، ويظهر أن مجاري الرتبتين الأولى والثانية تشكلان ما نسبته ٩٥.٠٥٪ من مجموع مجاري

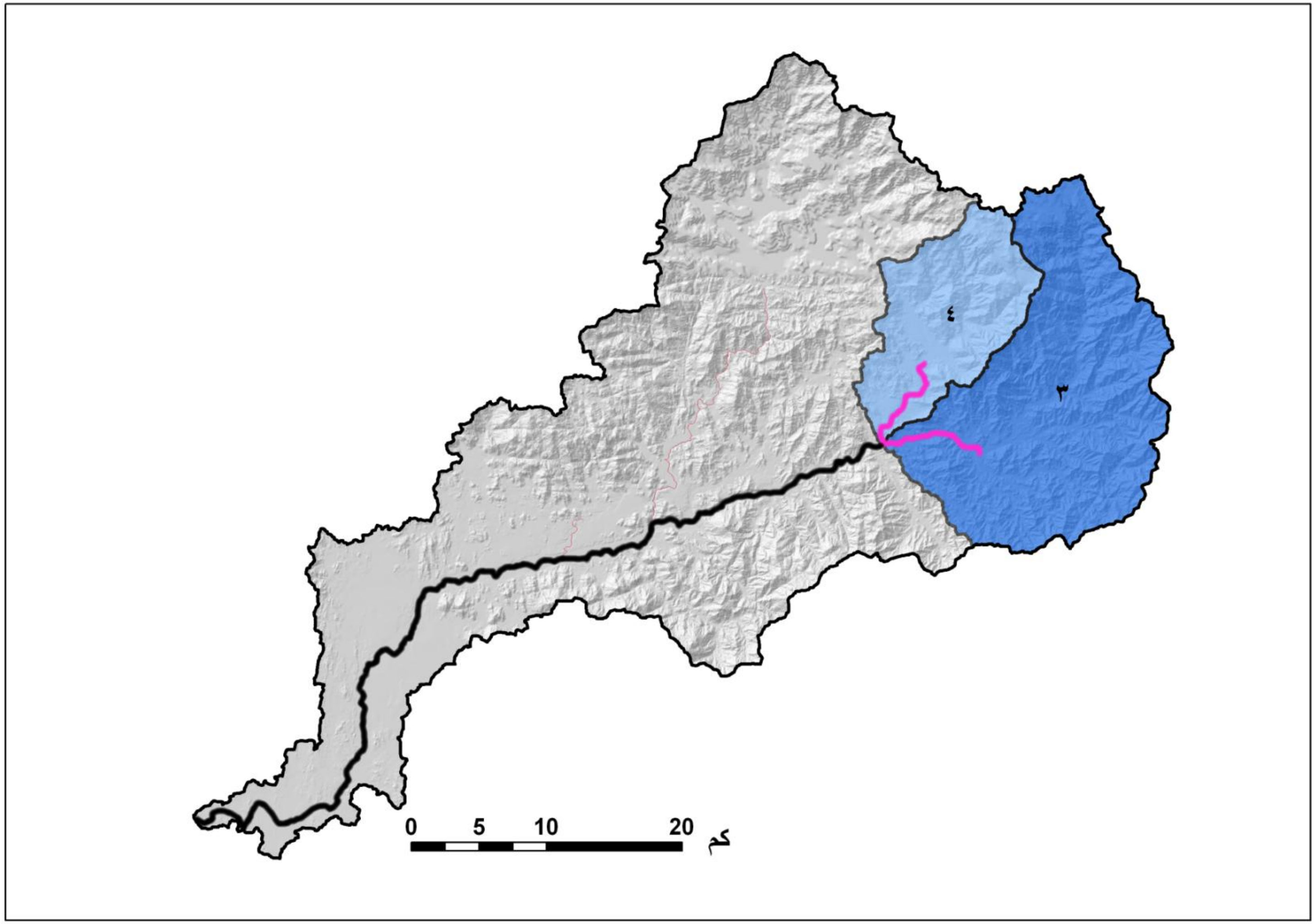


شكل رقم (٢٣) الرتب النهرية في حوض وادي يلملم

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٢١) أعداد المجاري حسب الرتبة في حوض وادي يلملم وأحواضه الجزئية

الأحواض الجزئية	الرتبة الأولى	الرتبة الثانية	الرتبة الثالثة	الرتبة الرابعة	الرتبة الخامسة	الرتبة السادسة	الرتبة السابعة	المجموع
١	٦٠٦	١٢٩	١٧	٠	٠	٠	١	٧٥٣
٢	١٥٢٦	٣٤٠	٧٠	١٢	٣	١	٠	١٩٥٢
٣	١١٦٤	٢٥٦	٤٨	١١	٢	١	٠	١٤٨٢
٤	٥٢٥	١١٩	٢٧	٨	٢	١	٠	٦٨٢
٥	٣٤٩	٧٧	١٩	٤	٢	١	٠	٤٥٢
٦	٣٤١	٧٦	١٧	٢	١	٠	٠	٤٣٧
٧	٢١٠	٥١	١٤	٤	١	٠	٠	٢٨٠
٨	٢٠٦	٤٦	١٣	٤	١	٠	٠	٢٧٠
٩	١٨٢	٤٧	١٠	٢	١	٠	٠	٢٤٢
١٠	١٤٦	٣٨	١٠	٣	١	٠	٠	١٩٨
١١	١٣٥	٣٤	٩	٢	١	٠	٠	١٨١
١٢	١١٦	٢٦	٤	١	٠	٠	٠	١٤٧
١٣	١١٠	٢٦	٦	١	٠	٠	٠	١٤٣
١٤	٦٦	١٥	٦	١	٠	٠	٠	٨٨
١٥	٦١	١٣	٤	١	٠	٠	٠	٧٩
١٦	٥٣	١٢	٥	١	٠	٠	٠	٧١
١٧	٤٧	١٣	٣	١	٠	٠	٠	٦٤
١٨	٤٤	٩	٢	١	٠	٠	٠	٥٦
١٩	٤١	١٠	٢	١	٠	٠	٠	٥٤
٢٠	٣٧	١١	٢	١	٠	٠	٠	٥١
٢١	٣٥	٨	٢	١	٠	٠	٠	٤٦
٢٢	٣٣	١٠	٢	١	٠	٠	٠	٤٦
٢٣	٣٣	٧	٢	١	٠	٠	٠	٤٣
٢٤	٣٠	٨	٢	١	٠	٠	٠	٤١
٢٥	٢٧	٦	٢	١	٠	٠	٠	٣٦
٢٦	٢٧	٤	٢	١	٠	٠	٠	٣٤
٢٧	٢٥	٧	٢	١	٠	٠	٠	٣٥
٢٨	٢٠	٥	٢	١	٠	٠	٠	٢٨
٢٩	١٤	٤	٢	١	٠	٠	٠	٢١
وادي يلملم	٦٢٠٩	١٤٠٧	٣٠٦	٧٠	١٥	٤	١	٨٠١٢



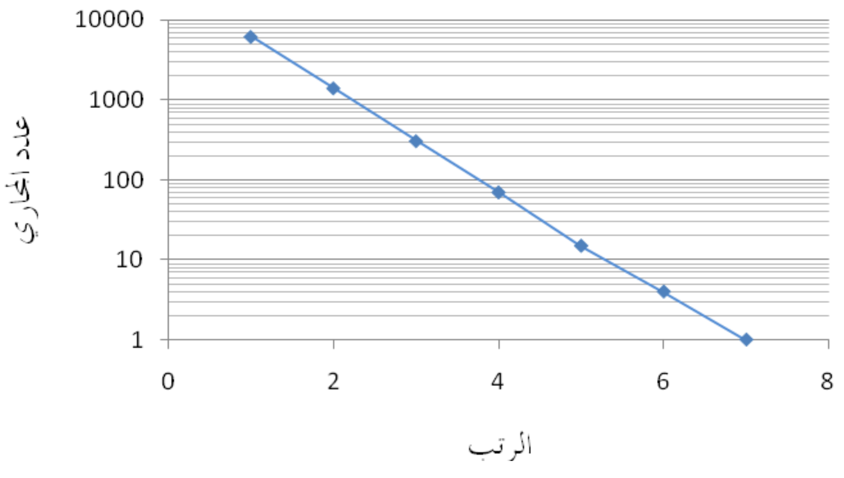
شكل رقم (٢٤) يبين الشكل حوضي الرتبة السادسة في اعلى الحوض حيث يتكون مجرى الرتبة السابعة بعيداً عن مخرجه

المصدر: الباحثة.

الرتب في الحوض، وعند مقارنة الحوض مع بعض أحواض التصريف الأخرى في المنطقة نجد أن حوض وادي ذرى بلغت نسبة مجاري الرتبتين الأولى والثانية ٩٥٪ (الغامدي، ١٤٢٧هـ، ص٣٨)، وحوض وادي ملكان ٩٥,٠٤٪ (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص١٨٦) وحوض وادي لحاء ٩٤,٣١٪ (العقيل، ٢٠٠١م، ص٢٠٦)، والسبب في ذلك يعود إلى قلة أو انعدام الغطاء النباتي في أحواض المناطق الجافة وبالتالي قلة أو انعدام ما تساهم به جذور النباتات في إعاقة عمليات النحت ومن ثم تكون عرضة لتكون المجاري عقب سقوط الأمطار والتي تتميز في المناطق الجافة بأنها وان كانت قليلة إلا أنها تسقط بكميات كبيرة جداً وقوية مما يزيد قدرتها على النحت، إضافة إلى أن الصدوع والانكسارات تزيد من النحت التراجعي والجانبي مما يؤدي إلى زيادة ملحوظة في المساحة الحوضية في أعلى الحوض.

وبذلك نجد أن أعداد المجاري تتناقص مع تزايد الرتب كما ذكر ذلك هورتون Horton في قانونه المتعلق بعدد المجاري المائية (أبو العنين، ١٩٧٦م، ص٤٣٩) وهو أن "عدد المجاري المائية التي تتدرج تناقصياً في مجموعاتها أو مراتبها تكون متوالية هندسية تبدأ بمجرى يتبع أعلى رتبة وتزداد تبعاً لنسبة تشعب ثابتة"، ويبين الشكل رقم (٢٥) العلاقة بين كلٍ من الرتبة وعدد المجاري حيث يظهر أن العلاقة تأخذ شكل منحنى مقعر، وهي علاقة عكسية إذ أن أعداد المجاري تقل مع زيادة الرتبة حتى تصل إلى مجرى واحد في آخر رتبة.

شكل رقم (٢٥) العلاقة بين الرتبة وعدد المجاري



المصدر: الباحثة.

وبالنسبة للأحواض الجزئية فقد تباينت أطوال المجاري فيها تبعاً للمساحة (شكل رقم٢٥)، فالأحواض ذات المساحة الكبيرة اشتملت على عدد من المجاري أكثر والعكس.

٢ - أطوال المجاري

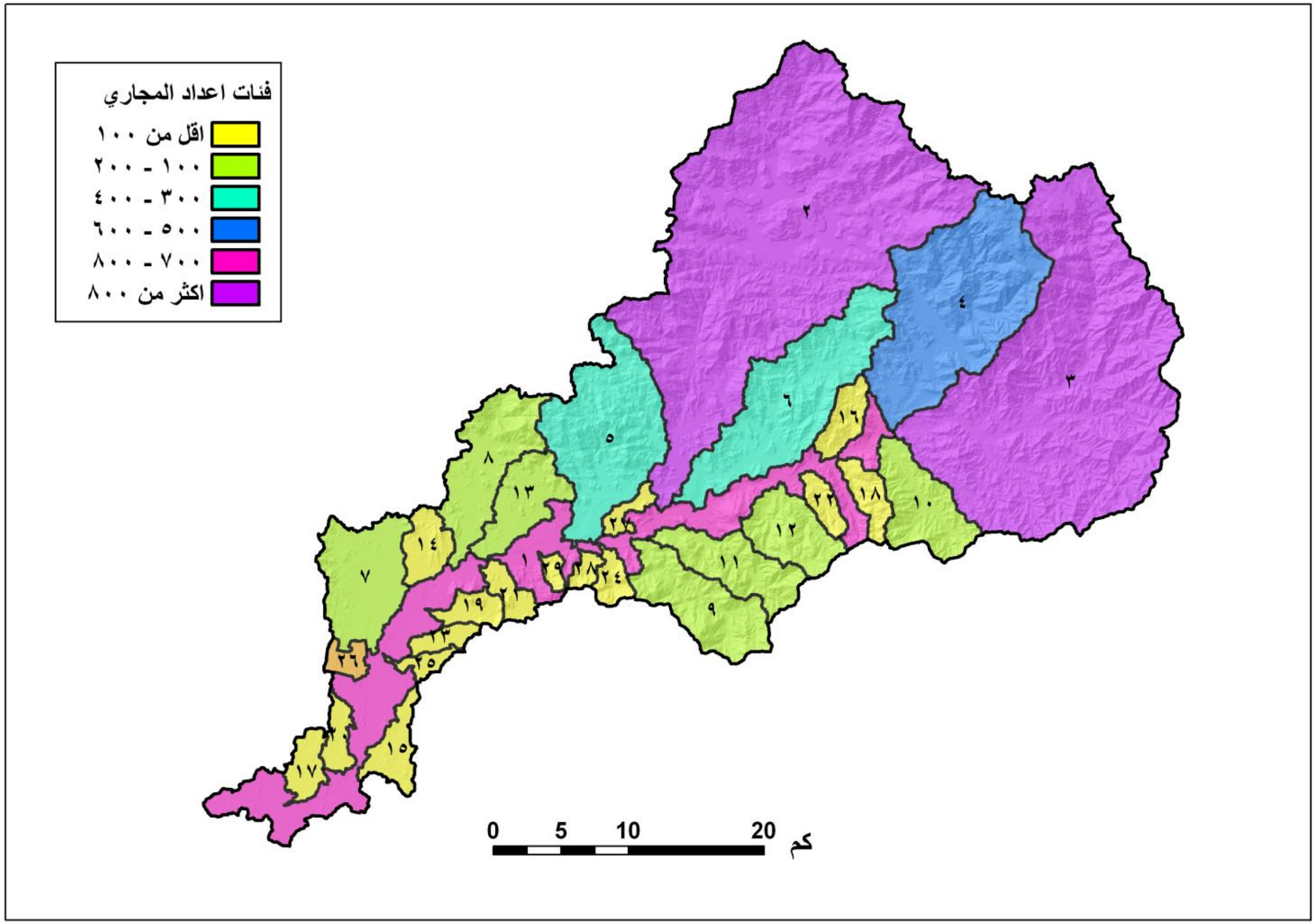
إن مجاري انهار الرتبة الأولى هي الأقل طولاً، في حين أن طول النهر يزداد مع زيادة رتبة المجرى النهري. وقد اعتمدت الدراسة على برنامج Taudem في حساب عدد وأطوال المجاري في الحوض.

ويمكن معرفة معدل أطوال المجاري في كل رتبة رغم أنها متباينة الأطوال من مكان لآخر من خلال العلاقة بين عدد المجاري وأطوالها، أي بقسمة مجموع أطوال المجاري في الرتبة على عدد المجاري في نفس الرتبة.

وقد بلغ مجموع أطوال المجاري في حوض وادي يلملم ٤٢٢٣ كم (جدول رقم ٢٢)، فقد بلغ طول مجاري الرتبة الأولى ٢١٤٧كم بنسبة ٥٠,٨٤٪ من مجموع أطوال مجار الحوض، وبلغ طول مجاري الرتبة الثانية ٩٧٠كم بنسبة ٢٢,٩٦٪ من مجموع أطوال مجاري الحوض، أما الرتبة الثالثة فقد بلغ طول مجاريها ٥٣٥كم بنسبة ١٢,٦٦٪، والرتبة الرابعة بلغ طول مجاريها ٣٠٣كم بنسبة ٧,١٧٪، والرتبة الخامسة بلغ طول مجاريها ١٣١كم بنسبة ٣,١٠٪، أما الرتبة السادسة فقد بلغ مجموع أطوال مجاريها ٥٢كم بنسبة ١,٢٣٪، وأخيراً الرتبة السابعة بلغ طول مجراها ٨٥كم بنسبة ٢,٠١٪ من مجموع أطوال مجاري الحوض.

ومما سبق نجد أن أكثر من نصف أطوال مجاري الحوض يتركز في الرتبة الأولى، وبقية النصف يتوزع على بقية الرتب، وكذلك نجد أن ٧٣,٨٪ من مجموع أطوال مجاري الحوض يتركز في الرتبتين الأولى والثانية وذلك بسبب زيادة عدد المجاري في الرتبتين الأولى والثانية وكلما زاد عدد المجاري زادت أطوالها.

وقد عدل سترالر قانون هورتون لأطوال المجاري والذي ينص على " أن مجموع متوسطات أطوال المجاري النهرية من المراتب تميل إلى تكوين متوالية هندسية تبدأ بمتوسط طول مجاري انهار المرتبة الأولى وتتصاعد تبعاً لنسبة طول ثابتة "، وهذا ما نلاحظه بالنسبة لمعدل أطوال المجاري لحوض وادي يلملم على مستوى الرتب (جدول رقم٢٢) فمعدل أطوال المجاري يزيد مع زيادة الرتبة، وذلك لقلة أعداد المجاري بزيادة الرتب بشكل أسرع من قلة أطوال المجاري بزيادة الرتبة. ويبين الشكل رقم (٢٦) العلاقة بين معدل أطوال المجاري والرتبة.



شكل رقم (٢٥) فئات أعداد المجاري في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٢٢) أطوال المجاري حسب الرتبة في حوض وادي يلملم وأحواضه الجزئية

الأحواض الجزئية	الرتبة الأولى	الرتبة الثانية	الرتبة الثالثة	الرتبة الرابعة	الرتبة الخامسة	الرتبة السادسة	الرتبة السابعة	المجموع	معدل طول المجاري
١	٢٣٨	٩٤	٣٥	٠	٠	٠	٨٥	٤٥٢	٠,٦٠
٢	٤٨٨	٢٥١	١٢١	٧٠	٣٤	٢٩	٠	٩٩٣	٠,٥١
٣	٤٠٠	٢١٤	٩٢	٦٠	٢٧	٩	٠	٨٠٠	١,٨٤
٤	١٦٥	٧٧	٤٣	٢٢	٥٦	١٠	٠	٣٧٣	٠,٥٤
٥	١٢٢	٥٣	٢٧	١٥	١٨	٥	٠	٢٣٠	٠,٥١
٦	١٢١	٥٥	٣٣	٢٢	٨	٠	٠	٢٣٩	٠,٥٤
٧	٨٥	٣٢	٢٤	٩	٥	٠	٠	١٥٦	١,١٧
٨	٦٩	٢٨	١٢	١٢	١٤	٠	٠	١٣٥	٠,٥٠
٩	٦٥	٢٨	١٣	٣	١٢	٠	٠	١٢٢	٠,٥٠
١٠	٤٩	٢٦	١٤	٦	٧	٠	٠	١٠٢	٠,٥١
١١	٤٢	٢٣	٩	٩	٥	٠	٠	٨٨	٠,٤٩
١٢	٤٠	١٨	١٥	٤	٠	٠	٠	٧٧	٠,٥٣
١٣	٣٨	٢٦	١٠	١٠	٠	٠	٠	٨٤	٠.٥٨
١٤	٢٢	١٣	٨	٢	٠	٠	٠	٤٥	٠,٥١
١٥	٢٤	١٠	٧	٤	٠	٠	٠	٤٥	٠,٥٦
١٦	١٨	٩	٢	٦	٠	٠	٠	٣٥	٠,٤٩
١٧	١٧	٦	٣	٦	٠	٠	٠	٣٣	٠,٥٢
١٨	١٦	٧	٦	٢	٠	٠	٠	٣١	٠,٥٥
١٩	١٥	٦	٨	١	٠	٠	٠	٣١	٠,٥٧
٢٠	١٢	٦	٦	٠,٤٥	٠	٠	٠	٢٥	٠,٤٩
٢١	١٣	٦	٣	٣	٠	٠	٠	٢٨	٠,٥٦
٢٢	١٤	٣	٢	٤	٠	٠	٠	٢٣	٠,٥١
٢٣	١٤	٤	٧	٠,٠٤	٠	٠	٠	٢٥	٠,٥٨
٢٤	١٦	٢	١	٤	٠	٠	٠	٢٤	٠,٦
٢٥	٧	٦	٢	٣	٠	٠	٠	١٨	٠,٥
٢٦	٨	٣	٤	٠,٨	٠	٠	٠	١٦	٠,٤٧
٢٧	١٣	١	٧	٠,٢٨	٠	٠	٠	٢١	٠,٦
٢٨	٤	٥	٣	١	٠	٠	٠	١٣	٠,٤٦
٢٩	٥	٢	٢	١	٠	٠	٠	١٠	٠,٤٧
وادي يلملم	٢١٤٧	٩٧٠	٥٣٥	٣٠٣	١٣١	٥٢	٨٥	٤٢٢٣	٠,٥٣
معدل أطوال المجاري لحوض	٠,٣	٠,٦	١,٧٤	٤,٣٢	٨,٧٣	١٣,٠٠	٨٥,٠٠	٠,٥٣	—

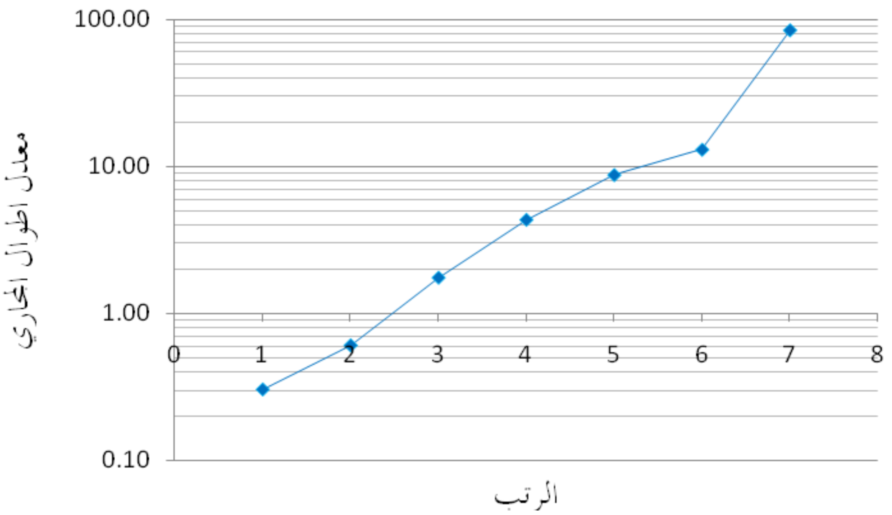
المصدر: الباحثة.

وبالنسبة للأحواض الجزئية فقد تباينت فيها أطوال المجاري تبعاً للمساحة (شكل رقم ٢٧)، فالأحواض ذات المساحة الكبيرة اشتملت على الأطوال الأكثر والعكس.

وبالنسبة لمعدل أطوال المجاري في الأحواض الجزئية (جدول رقم ٢٢)، فنجد أن هناك اختلافاً في معدل أطوالها وذلك للاختلافات المكانية لكل حوض كاختلاف المساحة وأعداد المجاري وبالتالي أطوالها وكذلك اختلاف البنية الجيولوجية لكبر مساحة الحوض.

وبشكل عام نجد أن معدل الطول بجميع الأحواض الجزئية يتراوح بين ٠,٤٦ -٠,٦٠ ويعكس هذا المدى القصير لتشابه البنية الجيولوجية والتركيب الصخري والخصائص الطبيعية الأخرى في جميع الأحواض.

شكل رقم (٢٦) العلاقة بين الرتبة ومعدل أطوال المجاري



المصدر: الباحثة.

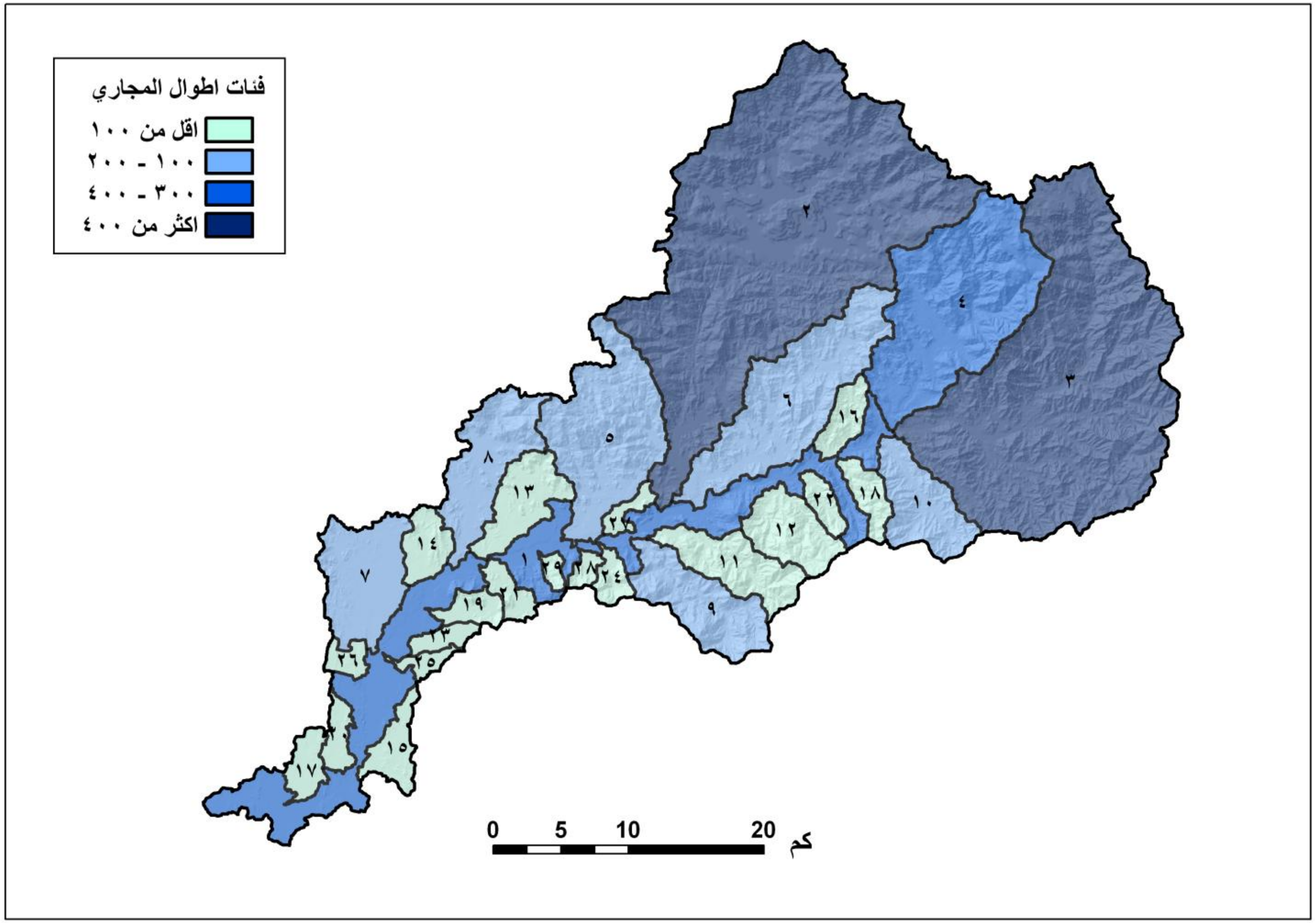
٣- نسبة التشعب

ويصف معدل التشعب النهري مدى الاختصار أو الاندماج الذي تخضع له المجاري المائية مع تطورها أو زيادة رتبتها النهرية. وعادة يتناقص عدد المجاري المائية مع تزايد رتبها بحيث يقتصر الأمر في النهاية على مجرى واحد من أعلى رتبه بينما يتزايد العدد إلى أقصاه في الرتبة الأولى (سلامة، ١٤٢٥هـ، ص١٨٩).

والعلاقة بين نسبة التشعب وخطر الفيضان علاقة عكسية، وهذا يعني انه مع قلة التشعب في الأحواض تقل كثافة التصريف وبتالي فان مياه الأمطار تتجمع في مجارٍ قليلة ومحدودة وبالتالي يزيد خطر الفيضان، بعكس ما إذا كانت نسبة التشعب كبيرة في الأحواض فان كثافة التصريف تزيد وبالتالي تتوزع المياه على عدد اكبر من المجاري فتصل إلى المجرى الرئيس وهي مشتتة فيقل خطر فيضانها.

إن الدراسات قد أثبتت انه في الأقاليم المتجانسة المناخ والمتشابهة في تركيبها الصخري وفي مرحلة التطور الجيومورفولوجي تظل النسبة ثابتة بين جميع الفئات وهي في المعتاد تتراوح مابين ٣ - ٥ في الظروف العادية، ومن الناحية النظرية فان اقل نسبة هي ٤ وذالك باعتبار أن المجرى الرئيسي سيتفرع إلى فرعين وهذان إلى أربعة، والفئة التي تليها ستكون ثمانية وهكذا، وعلى هذا تكون القاعدة أن عدد المجاري للفئات المتتابعة في أي نظام نهري يميل إلى قاعدة المتواليات الهندسية التي تبدأ برقم أعلى الرتب وتتزايد بمعدل نسبة التشعب، مثال ذلك انه إذا كانت نسبة التشعب في حوض ما هي ٣ وكان المجرى الرئيس من الرتبة السادسة فان أعداد المجاري لهذه الرتب ستكون ١ ، ٣ ، ٩ ، ٢٧ ، ٨١ ، ٢٤٣ (بحيري، ١٣٩٩هـ، ص١٥٣).

وبدراسة نسبة التشعب لحوض وادي يلملم فقد بلغت ٤,٣ (جدول رقم ٢٣) وهي نسبة لا تخرج عن معدل النسبة الطبيعية للأحواض التي تتراوح نسبتها بين ٣ – ٥ وهي النسبة التي حددها سترالر Starhler ، وهي تقترب قليلاً من الحد الأعلى للنسبة مما يدل على شدة تقطع الحوض بفعل مجاريه وتطور نظام شبكة التصريف الحوض وبالتالي لا يوجد هناك خطر للفيضان لزيادة نسبة التشعب وكثافة التصريف، وعليه فان مياه الأمطار الساقطة ستتجمع في مجاري كثيرة وستصل إلى مصب الحوض مشتتة وضعيفة.



شكل رقم (٢٧) فئات أطوال المجاري في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

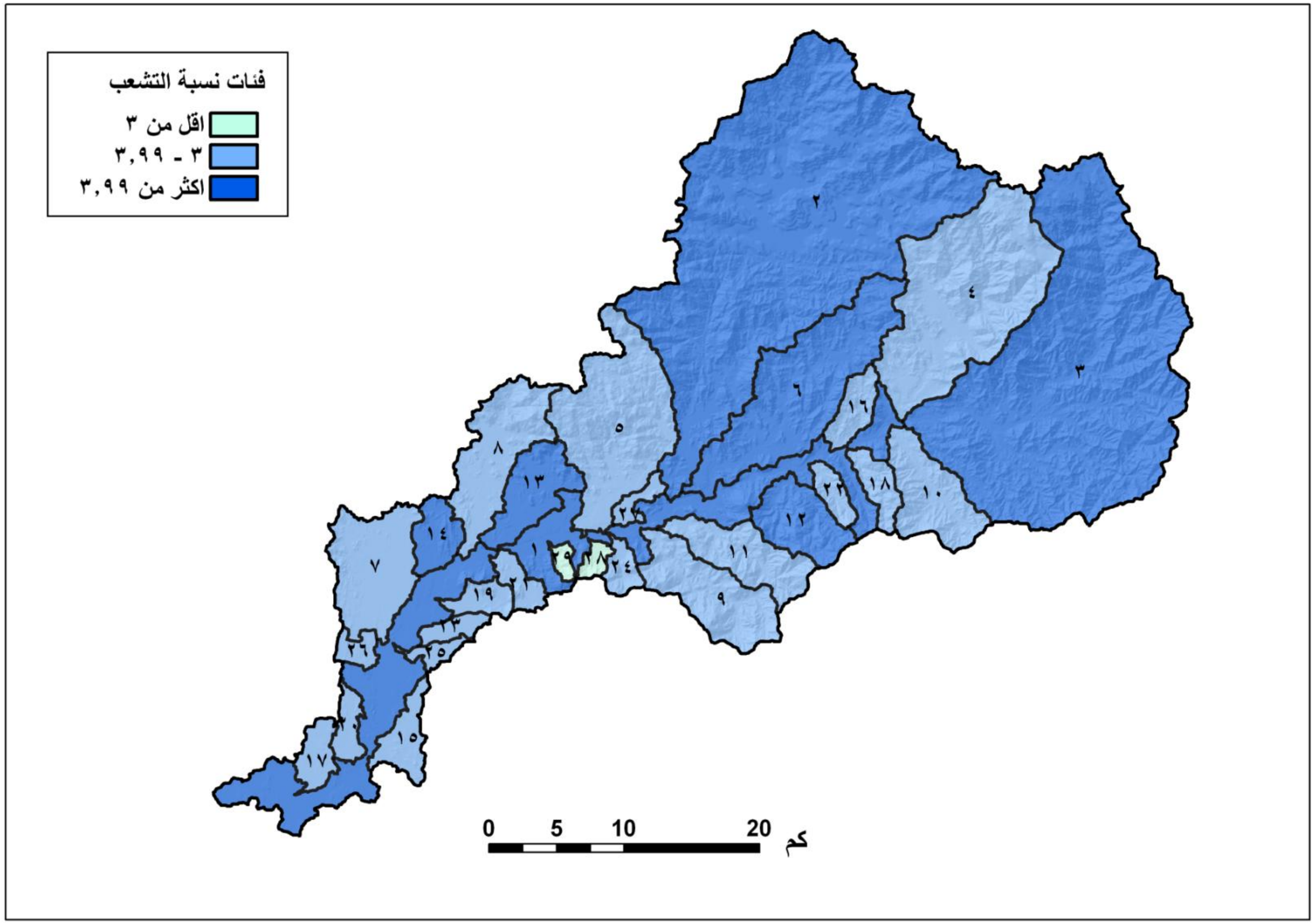
جدول رقم (٢٣) بعض الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف في حوض وادي يلملم وأحواضه الجزئية

الأحواض الجزئية	تكرارية المجاري مجرى/كم٢	الكثافة النسبية	كثافة التصريف كم/كم٢	المعدل العام لنسبة التشعب	معامل التعرج
١	٤,٧٠	٠,٥٩	٢,٨٢	٧,٣١	١,١٥
٢	٤,٩٤	٠,٧٧	٢,٥٢	٤,٤٢	١,٤٢
٣	٤,٦٣	٠,٧٤	٢,٥٠	٤,٣٥	١,٥٣
٤	٥,١٢	٠,٦٧	٢,٧٤	٣,٧١	١,٣١
٥	٤,٩٨	٠,٧٧	٢,٥٤	٣,٤٦	١,٤٤
٦	٤,٥٨	٠,٧٤	٢,٤٨	٤,٩٢	١,٢٩
٧	٥,٥٦	٠,١٣	٦,٥٢	٣,٨٢	١,١٧
٨	٥,٣٥	٠,٧٤	٢,٦٨	٣,٨٢	١,١٤
٩	٥,٢٧	٠,٧٥	٢,٦٤	٣,٩١	١,٢٠
١٠	٥,٢٠	٠,٧٢	٢,٦٧	٣,٤٩	١,١٠
١١	٥,١٠	٠,٢٧	٢,٥١	٣,٥٥	١,١٨
١٢	٤,٨٢	٠,٧٤	٢,٥٥	٤,٩٤	١,٠٤
١٣	٤,٧٧	٠,٦٠	٢,٨٠	٤,٨٥	١,٢٧
١٤	٥,٤٦	٠,٦٨	٢,٨٢	٤,١٣	١,١٨
١٥	٤,٩٨	٠,٦٣	٢,٨٠	٣,٨٩	١,٠٤
١٦	٥,١٩	٠,٧٥	٢,٦٣	٣,٩٣	١,٠٨
١٧	٥,٢٩	٠,٦٨	٢,٧٧	٣,٦٣	١,١٣
١٨	٤,٣٥	٠,٧٤	٢,٤١	٣,٧٩	١,٠٥
١٩	٥,٢٧	٠,٥٧	٣,٠٣	٣,٧	١,٠٩
٢٠	٥,٣٤	٠,٧٨	٢,٦١	٣.٦٢	١,١٣
٢١	٤,٦٧	٠,٦٧	٢,٦٤	٣,٤٥	١,١٥
٢٢	٥,٠٩	٠,٧٥	٢,٦٠	٣,٣٨	١,١٥
٢٣	٥,٨٠	٠,٥١	٣,٣٧	٣,٤٠	١,١٣
٢٤	٤,٧٠	٠,٥٩	٢,٨٢	٣,٢٦	١,١٤
٢٥	٦,١٧	٠,٦٥	٣,٠٨	٣,١٦	١,١٥
٢٦	٥,٠٢	٠,٩٠	٢,٣٦	٣,٥٨	١,١٤
٢٧	٥,٣٤	٠,٥٢	٣,٢٠	٣,٠٢	١,١٢
٢٨	٥,٨٥	٠,٧٩	٢,٧١	٢,٨٣	١,١٨
٢٩	٥,٦٦	٠,٧٨	٢,٦٩	٢,٥	١,١١
وادي يلملم	٤,٨٨	٠,٧٢	٢,٥٧	٤,٣	١,٤٠

وعند مقارنة هذه النسبة مع أحواض أخرى مجاورة سنجد أنها تتشابه كثيراً ففي حوض وادي ملكان بلغت ٤,٤٣ (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص١٩٣)، وفي حوض وادي ذرى ٤,٠٦ (الغامدي، ١٤٢٧هـ، ص٣٧).

وتراوحت نسبة التشعب في الأحواض الجزئية بين ٧,٣١ كأعلى قيمة تشعب في الحوض رقم (١)، وهي نسبة مرتفعة جداً ولا تدل على زيادة التشعب في الحوض، وتعتبر قيمة شاذة إذ أن حوض المناطق البينية لا يحتوي على الترتيب الطبيعي للرتب فهو يحتوي على الرتب الأولى والثانية والثالث والسابعة فقط ولا يحتوي على الرتبة الرابعة والخامسة والسادسة لأنه قد تم اقتطاع الأحواض الجزئية التي تحتوي على الرتبة الرابعة فأكثر، ونسبة التشعب تعتمد على قسمة عدد مجاري أي الرتبة على الرتبة التي تليها مباشرة. وبين اقل قيمة سجلها الحوض رقم (٢٩) ٢,٥ وهي قيمة منخفضة تدل على قلة تقطع الحوض وهو بذلك وصل إلى مرحلة متطورة من النشاط الجيومورفولوجي إضافة إلى قلة انحداره لوقوعه أسفل الحوض.

وقد تم تصنيف الأحواض تبعاً إلى نسبة التشعب إلى مجموعة من الفئات (شكل رقم ٢٨)، وعلى النحو الذي يتبين في الجدول رقم (٢٤)، حيث نجد أن الفئة الأولى تشمل حوضين جزئيين فقط هما الحوضين رقم (٢٨، ٢٩)، وتمثل الفئة التي تقل فيها نسبة التشعب عن ٣، وهي اقل من قيم التشعب التي حددها سترالر Starhler والتي تتراوح بين ٣ – ٥ ، والحوضان يقعان أسفل الحوض حيث وصلا إلى مرحلة متقدمة في العمل الجيومورفولوجي وبالتالي قل انحدارهما ليصبح النشاط الحتي ضعيف ولهذا فان الحوض قليل التقطع، وهذا لا يعني أنهما يشكلان خطر فيضان لأنهما حوضين صغيري المساحة جداً، إضافة إلى أن جميع الأحواض في أعلى حوض وادي يلملم هي أحواض ذات نسبة تشعب كبيرة ومساحتها كبيرة أيضا، لهذا فانه لن تصل كمية كبيرة من المياه إلى هذين الحوضين لتشكل خطر فيضان إذ أن المياه ستصل مشتتة بعد أن تسرب جزء منها وتبخر جزء آخر. أما الفئة الثانية فتمثل النسبة من ٣ إلى ٣,٩٩ وتشمل اغلب الأحواض الجزئية بنسبة ٦٨,٩٦٪ من مجموع الأحواض الجزئية وبذلك فهي تمثل الأغلبية وتقع ضمن الحد الأدنى لنسبة التشعب التي حددها سترالر Starhler، وهي نسبة متوسطة تدل على تقطع الحوض بنسبة معتدلة، ومن ثم أيضا لا يوجد خطر فيضان في هذه الأحواض لأنها تصل إلى المصب مشتتة بسبب التسرب والتبخر.



شكل رقم (٢٨) فئات نسبة التشعب في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

والفئة الثالثة والأخيرة فتمثل النسبة أكثر من ٣,٩٩ وتشمل على ٧ أحواض وهي نسبة قريبة من الحد الأعلى لنسبة التشعب وتدل على شدة تقطع الأحواض وبتالي فلا يوجد خطر فيضان في هذه الأحواض لان المياه تصل مشتته.

جدول رقم (٢٤) التوزيع التكراري لفئات نسبة التشعب للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
أقل من ٣	٢	٦,٨٩٪	٢٨، ٢٩
٣ – ٣,٩٩	٢٠	٦٨,٩٦٪	٤، ٥، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧
أكثر من ٣,٩٩	٧	٢٤,١٣٪	١، ٢، ٣، ٦، ١٢، ١٣، ١٤
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

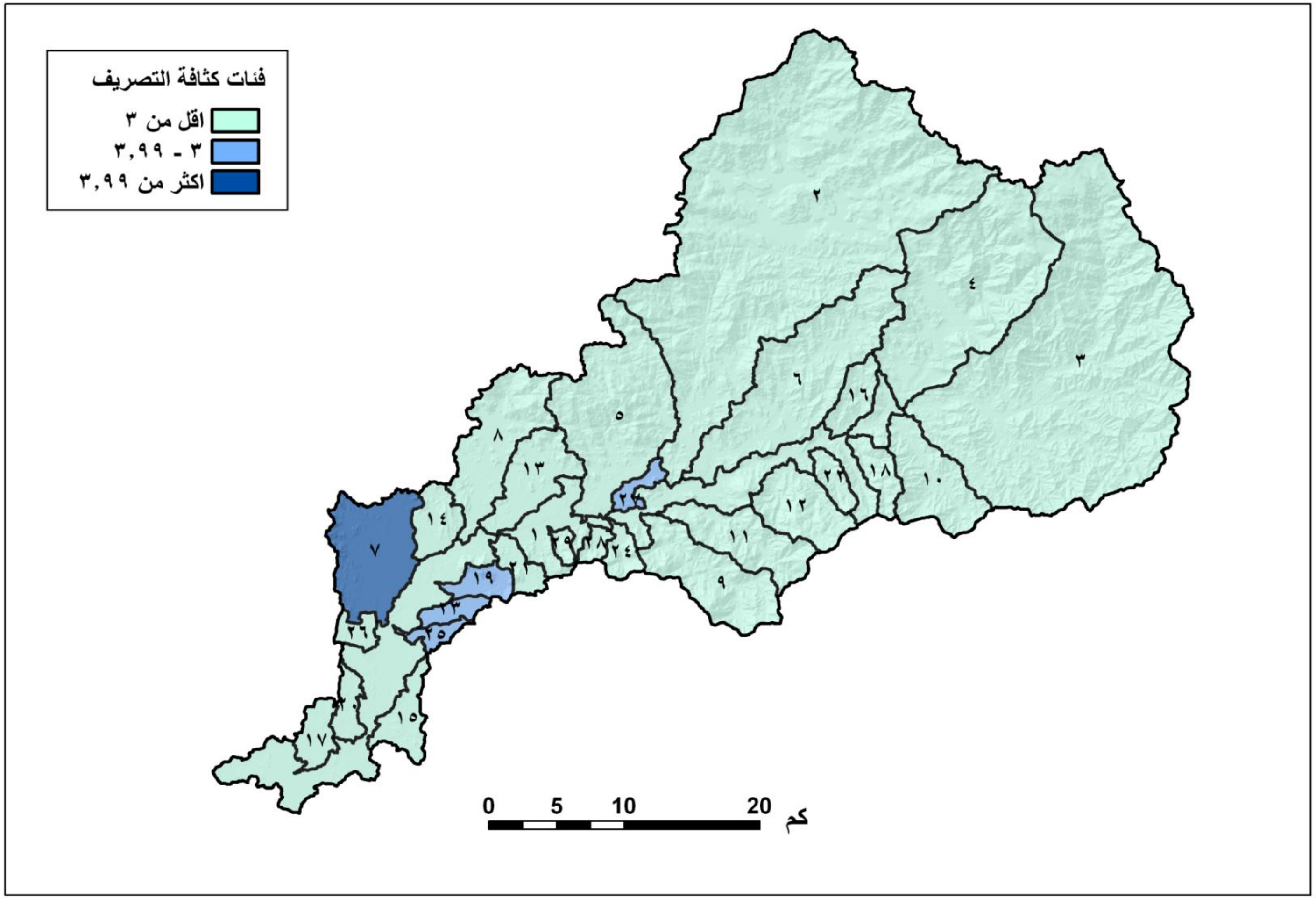
٤ - كثافة التصريف Drainage density:

تدل القيمة المرتفعة لكثافة التصريف على شدة تأثر الحوض بعوامل التعرية وشدة تمزق وتقطع الحوض، أي أن نسيجه الطبوغرافي ناعم، كما تدل على زيادة أطوال وأعداد المجاري في الحوض، أما القيمة المنخفضة فتدل على العكس تماماً أي أن الحوض يكون قليل التأثر بعوامل التعرية وبالتالي قلة تقطعه، أي أن نسيجه الطبوغرافي خشن إضافة إلى قلة أعداد وأطوال المجاري في الحوض.

وبدراسة كثافة التصريف في حوض وادي يلملم فقد بلغت ٢,٥٧ كم/كم٢ (جدول رقم ٢٣) وهي نسبة منخفضة بسبب صلابة التكوينات الصخرية، وكون المنطقة صدعية انكسارية شديدة الانحدار، والمجاري تتبع هذه الصدوع مما أدى إلى قصر أطوالها، كما تدل على أن الحوض لم يصل إلى مرحلة متقدمة في النشاط الحتي فما زال في قمة نشاطه الحتي ويظهر ذلك في الحوض الأعلى والذي يمثل ٥٠٪ من مساحة الحوض ككل إذ يزيد الحت الرأسي والجانبي لتوسيع الحوض وتسويته.

وقد تباينت نسب كثافة التصريف في الأحواض الجزئية فقد بلغت أعلى نسبة في الحوض رقم (٧) ٦,٥٢ كم/كم٢، وهي نسبة كبيرة جداً تدل على أن الحوض وصل إلى مرحلة متقدمة من العمل الجيومورفولوجي مما أدى إلى زيادة في أعداد وأطوال المجاري في الحوض بالنسبة إلى مساحته فقد بلغت مساحته ٥٠كم٢ وأعداد مجاريه ٢٧٩مجرى وأطوالها ٣٢٧كم، كما يدل ذلك على شدة تمزق الحوض ونعومة نسيجه الطبوغرافي. واقل كثافة تصريف كانت ٢,٣٦ كم/كم٢ للحوض رقم (٢٦) وتدل هذه القيم المتباينة على اختلاف التكوينات الصخرية والعمل الجيومورفولوجي في أجزاء الحوض المختلفة (شكل رقم ٢٩).

وقد تم تصنيف الأحواض وفقاً لكثافة التصريف إلى مجموعة من الفئات على النحو الذي يبينه جدول رقم (٢٥)، ومن الجدول نجد أن الفئة الأولى تستأثر بغالبية الأحواض الجزئية إذ أن اغلب الأحواض بلغت كثافة التصريف فيها ٢ وتراوحت بين ٢,٣٦ – ٢,٨٢ كم/كم٢ وهي نسبة منخفضة تدل على قلة أطوال وأعداد المجاري في هذه الأحواض بسبب عدم تقدم العمل الجيومورفولوجي كثيراً إذ ما زلت الأحواض شديدة الانحدار وتتميز المجاري بالقصر لإتباعها مناطق الصدوع. أما الفئة الثانية فتمثل ١٣,٧٩٪ من مجموع الأحواض الجزئية وفيها تزيد فيها كثافة



شكل رقم (٢٩) فئات كثافة التصريف في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٢٥) التوزيع التكراري لفئات كثافة التصريف للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
أقل من ٣	٢٤	٨٢,٧٥٪	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٤، ٢٦، ٢٨، ٢٩
٣ – ٣,٩٩	٤	١٣,٧٩٪	١٩، ٢٣، ٢٥، ٢٧
أكثر من ٣,٩٩	١	٣,٤٤٪	٧
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

التصريف قليلاً إذ تراوحت بين ٣,٠٣ – ٣,٣٧ كم/كم٢ وهي نسبة منخفضة كذلك. أما الفئة الأخيرة فتمثل الحوض رقم (٧) فقط والذي بلغت فيه كثافة التصريف نسبة عالية إذ بلغت ٦,٥٢ كم/كم٢ مما يدل على زيادة العمل الجيومورفولوجي وزيادة أعداد وأطوال المجاري في الحوض إذ أن زيادة كثافة التصريف تزيد بزيادة أطوال المجاري.

وبالنظر إلى الجدول (رقم ٢٣) نجد الكثافة النسبية والتي تعبر عن المساحات القابلة لامتداد وظهور مجاري جديدة، وكلما كبرت النسبة دل ذلك على بعد الحوض عن مرحلة التوازن (الغامدي، ١٤٢٧هـــ، ص٣٧)، وقد بلغت الكثافة النسبية ٠,٧٢ وهي نسبة منخفضة وتدل على أن الحوض مازال أمامه مرحلة طويلة في دورته التحاتية.

٥ - تكرارية المجاري Stream Frequency:

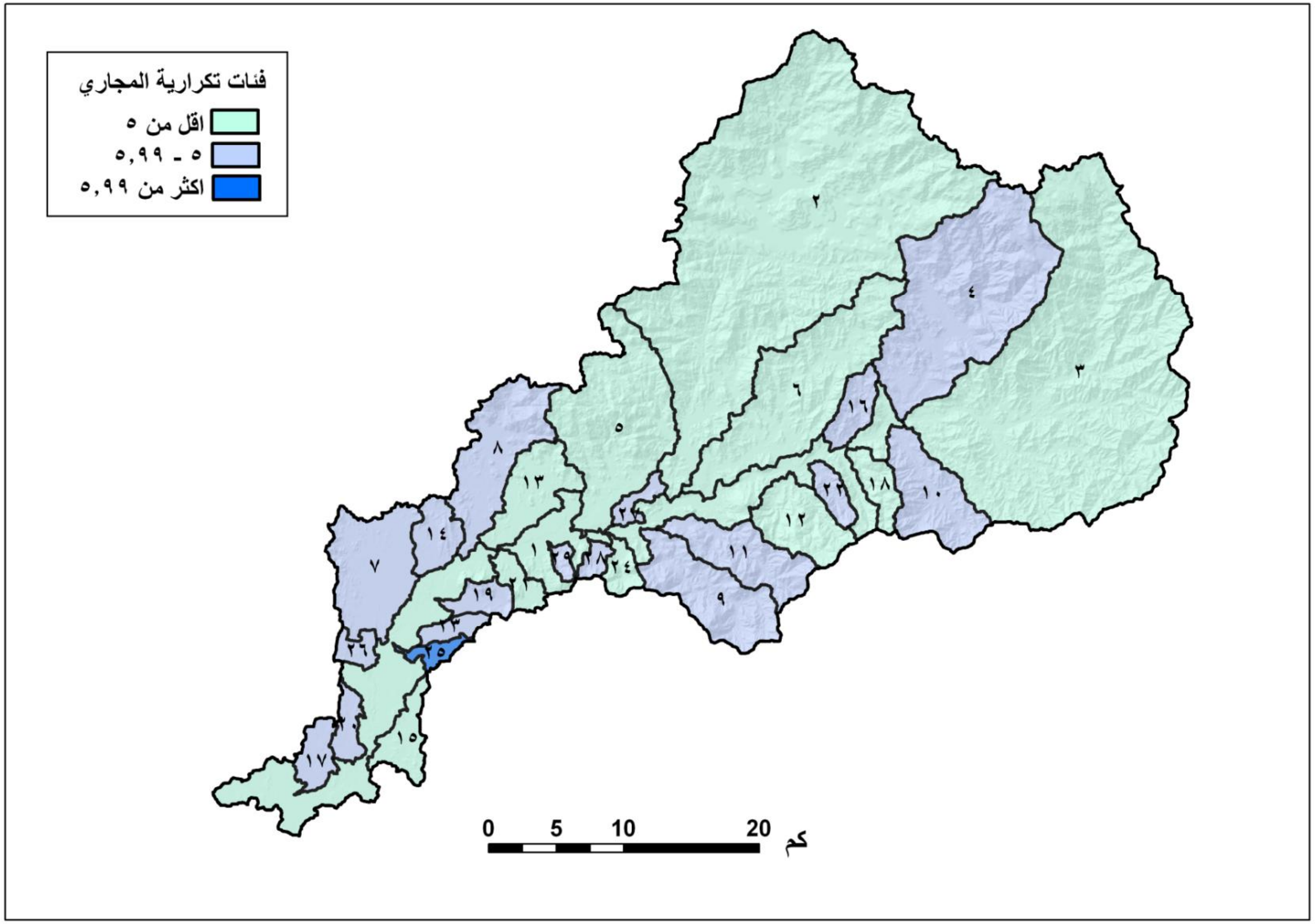
تعبر تكرارية المجاري عن العلاقة النسبية بين عدد المجاري ومساحة الحوض، وهي تدل بذلك على درجة تخدد الحوض بواسطة التعرية المائية. وعليه فان زيادة عدد المجاري بواسطة عملية التخدد عن طريق التعرية المائية يؤدي بالضرورة إلى زيادة أطوالها ومن ثم إلى ارتفاع كثافة التصريف (بوروبة، ١٤٢٠هـ، ص١٧).

وتشير القيم المرتفعة لتكرارية المجاري إلى إمكانات عالية لتجمّع المياه داخل حوض التصريف ومن ثم حدوث جريان سطحي بصورة اكبر، وتنخفض تكرارية المجاري في الأحواض كبيرة المساحة والعكس للأحواض صغيرة المساحة، والسبب هو أن الأحواض الكبيرة المساحة تكون قد فقدت كميات كبيرة من محتوى موادها الصخرية ذات القابلية الشديدة للتعرية المائية وبتالي تقل بها مسارات التصريف المائي للوحدة المساحية، بينما يوافق زيادة معدل أطوال المجاري في الوحدة المساحية زيادة أخرى في أعدادها (سلامة، ١٩٨٠م، ص١٢٢)

ومن جدول رقم (٢٣) نجد أن تكرارية المجاري لحوض وادي يلملم فقد بلغت ٤,٨٨ مجرى/كم٢، وهي نسبة منخفضة قليلاً إذا ما قورنت مع أحواض أخرى مجاورة مثل حوض وادي ملكان والتي بلغت ٦,٨٧ مجرى/كم٢ (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص٢٠٥) وحوض وادي ذرى احد روافد وادي الليث الذي كانت نسبة تكرارية المجاري فيه ٢,٤٢ مجرى/كم٢ (الغامدي، ١٤٢٧هـ، ص٣٧)، وذلك لكبر مساحة الحوض (١٦٣٩كم٢)، وتؤكد هذه القيمة لتكرارية المجاري في حوض وادي يلملم ما أكدته كثافة التصريف وهو قلة أطوال المجاري في الحوض نتيجة قلة أعدادها.

وتباينت تكرارية المجاري في الأحواض الجزئية حيث بلغت أعلى نسبة لتكرارية المجاري في الحوض رقم (٢٥) ٦,١٧ مجرى/كم٢، واقل نسبة لتكرارية المجاري ٤,٣٥ مجرى/كم٢ في الحوض رقم (١٨) (شكل رقم ٣٠).

وقد تم تصنيف الأحواض تبعاً لتكرارية المجاري إلى مجموعة من الفئات على النحو المبين في جدول رقم (٢٦)، حيث نجد أن الفئة الأولى تضم ٣٧,٩٣٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض وتمثل الأحواض التي تقل فيها نسبة تكرارية المجاري عن ٥ مجرى/كم٢ إذ تراوحت بين ٤,٩٨ - ٤,٣٥ مجرى/كم٢ وهي نسبة منخفضة تدل على قلة أعداد المجاري في الحوض بالنسبة لمساحته وبالتالي قلة أطوالها. والفئة الثانية تمثل أغلبية الأحواض الجزئية بنسبة ٥٨,٦٢٪ من مجموع



شكل رقم (٣٠) فئات تكرارية المجاري في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٢٦) التوزيع التكراري لفئات تكرارية المجاري للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
أقل من ٥	١١	٣٧,٩٣٪	١، ٢، ٣، ٥، ٦، ١٢، ١٣، ١٥، ١٨، ٢١، ٢٤
٥ – ٥,٩٩	١٧	٥٨,٦٢٪	٤، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٤، ١٦، ١٧، ١٩، ٢٠، ٢٢، ٢٣، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩
أكثر من ٥,٩٩	١	٣,٤٤٪	٢٥
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

الأحواض الجزئية في الحوض، وتمثل نسبة تكرارية المجاري من ٥ – ٥,٩٩، وهي نسبة كذلك منخفضة وتدل على أن الأحواض أمامها مرحلة طويلة لتقطعها في دورتها التحاتية. والفئة الأخيرة تتمثل في الحوض رقم (٢٥) حيث بلغت نسبة تكرارية المجاري فيه ٦,١٧ مجرى/كم٢، وهي نسبة معتدلة وتدل على تأثر الحوض بعمليات التعرية أكثر من بقية الأحواض، وعلى أن الحوض قد وصل إلى مرحلة متوسطة من العمل الجيولوجي وانه مازال أمامه كذلك مرحلة طويلة في دورته التحاتية ليقطعها.

٦- معامل التعرج Sinuosity factor:

وتعتبر هذه النسبة مؤشراً لمعرفة المرحلة التحتية التي يمر بها الوادي بالإضافة إلى قدرته على الإزاحة والحركة الجانبية مما يؤثر على استعمالات الأرض، وتكمن أهمية إيجاد هذا المعامل في معرفة مدى انعطاف المجرى وما لذلك من تأثير على كمية المياه في المجرى، حيث انه كلما زادت درجة

انعطاف الوادي ازدادت احتمالات التبخر والترشيح، بينما تقل هذه الاحتمالات عندما تنقص درجة الانعطاف، وذلك نتيجة سرعة الجريان، ووصول المياه إلى منطقة المصب في فترة زمنية قصيرة (الحربي، ١٤٢٨هـــ، ص٣٠).

وقد ذكر الوليعي (١٩٩٢م) أن شوم Schamm والذي يصنف المجاري إلى مجاري متعرجة Tortuous وهي التي يبلغ مؤشر تعرجها (٢,٧)، ومجاري غير منتظمة Irregular والتي يبلغ مؤشر تعرجها (١,٧)، ومجاري منتظمة Regular والتي يبلغ مؤشر تعرجها (١,٥)، ومجاري انتقالية Transitional والتي يبلغ تعرجها (١,٢)، ومجاري مستقيمة Straight إذا كان مؤشر تعرجها (١).

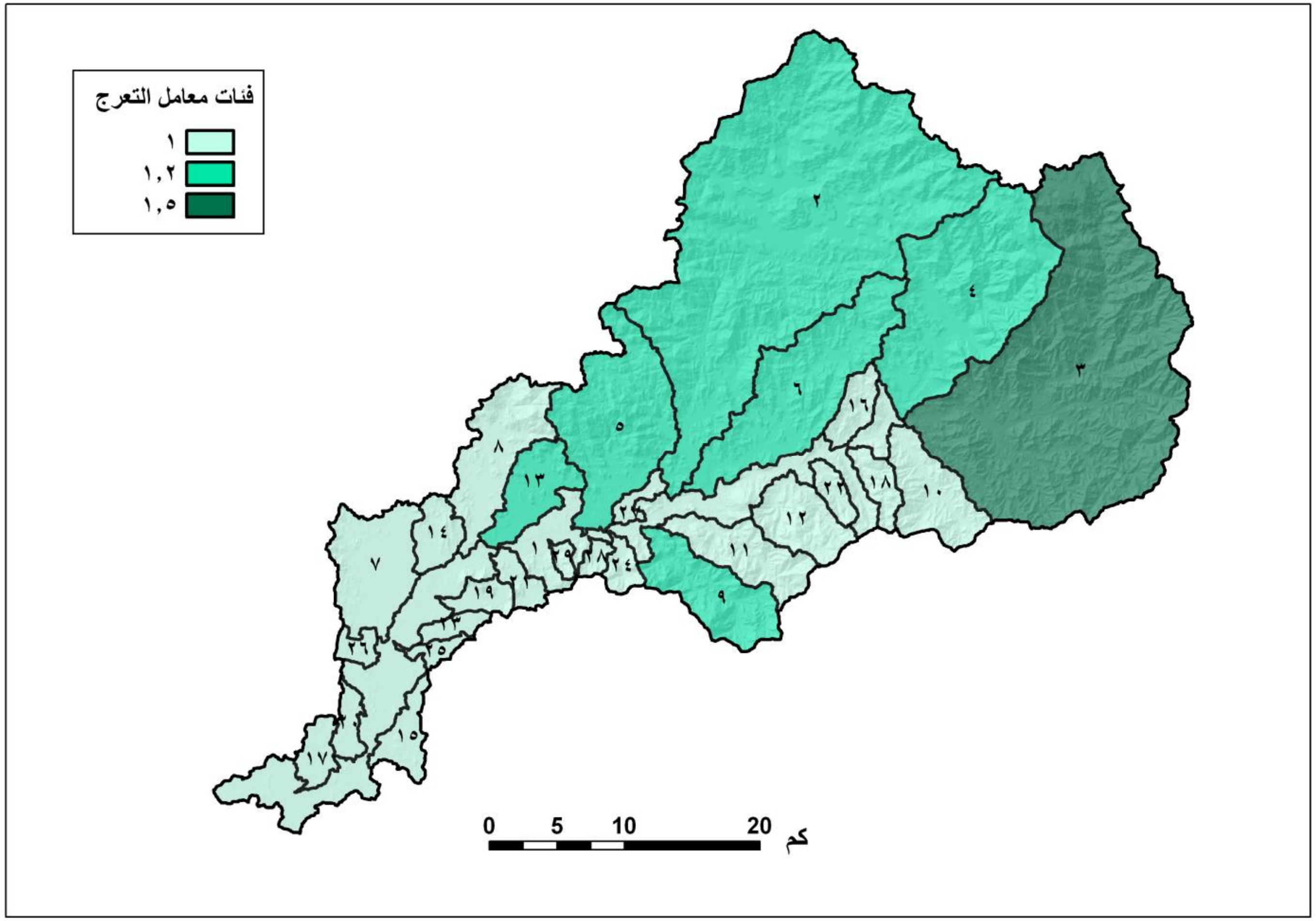
وقد ذكر شوم Schamm أن الحدود بين النمط المستقيم والنمط المتعرج هي مجرد حدود عشوائية وان نمط المجاري المتعرجة قد يتدنى معامل تعرجه ليصل إلى ١,٢ إذا أظهرت مجاريه نمط ثنيات متكررة (الغامدي، ١٤٢٧هـــ، ص٣٦).

وقد تم استخراج معامل التعرج لحوض وادي يلملم والأحواض الجزئية فيه من خلال برنامج WMS، وقد بلغ مؤشر تعرج حوض وادي يلملم (١,٤) كما هو مبين في جدول رقم(٢٣)، وبناءاً على تصنيف شوم Schamm فان حوض وادي يلملم يصنف بأنه ذو مجاري انتقالية Transitional أي انه سينتقل إلى المجاري المنتظمة والتي يبلغ مؤشر تعرجها (١,٥).

والسبب في قلة تعرج مجاري الحوض هو الإنحدار الشديد في الحوضين الأعلى والأوسط إضافة إلى قدرة الأودية على شق مجاريها باستقامة (الغامدي، ١٤٢٧هـــ، ص٣٧).

وبالنسبة للأحواض الجزئية فقد سجل الحوض رقم (٣) أعلى قيمة لمعامل التعرج ١,٥٣ مما يجعل هذا الحوض من الأحواض ذات المجاري المنتظمة، واقل قيمة لمعامل التعرج سجلها الحوضان رقم ١٢ و١٥ (١,٠٤) وعليه فإن الحوضين يتبعان الأحواض ذات المجاري المستقيمة (شكل رقم ٣١).

وقد تم تصنيف الأحواض وفقاً لمعامل التعرج إلى مجموعة من الفئات (جدول رقم٢٧)، ومن خلال الجدول نجد أن الفئة الأولى والتي تمثل المجاري المستقية والتي يبلغ مؤشر تعرجها من (١) تقريباً قد اشتملت على ٧٥٪ من مجموع الأحواض الجزئية، أي أكثر من ثلاثة أرباع الأحواض الجزئية، وهذا يعني أن غالبية الأحواض الجزئية هي ذات مجاري مستقيمة، والسبب في ذلك هو الانحدار



شكل رقم (٣١) فئات معامل التعرج في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

الشديد، وكون المنطقة صدعية، فالمجاري تتخذ من الصدوع مجاري لها، وبالتالي فإنها تتخذ الشكل المستقيم، وكون المنطقة صدعية فان صخورها شديدة الصلابة مما يصعب من نحتها وتسويتها. أما الفئة الثانية فتشمل ٦ أحواض فقط بنسبة ٢٠,٦٨٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض، وتمثل المجاري الانتقالية (١,٢) والتي ستنتقل بعد هذه المرحلة إلى المجاري المنتظمة. وأخيراً الفئة الثالثة وتمثل المجاري المنتظمة (١,٥) وتشمل على حوض واحد فقط وهو حوض رقم (٣) الذي وصل إلى مرحلة المجاري المنتظمة بسبب قلة انحدار السطح في ذلك الحوض.

جدول رقم (٢٧) التوزيع التكراري لفئات معامل التعرج للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
١ مستقيمة	٢٢	٧٥,٨٦٪	١، ٧، ٨، ١٠، ١١، ١٢، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩
١,٢ انتقالية	٦	٢٠,٦٨٪	٢، ٤، ٥، ٦، ٩، ١٣
١,٥ منتظمة	١	٣,٤٤٪	٣
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

الفصل الثالث

المدلولات الهيدرولوجية للخصائص المورفومترية

أولا: بعض المدلولات الهيدرولوجية للخصائص المورفومترية

ثانياً: المتغيرات الهيدرولوجية

ثالثاً: العلاقة بين الخصائص المورفومترية والمتغيرات الهيدرولوجية

تعرض الفصل السابق للخصائص المورفومترية لحوض وادي يلملم في محالة لبناء قاعد بيانات تختص بها، وفي هذا الفصل رأت الباحثة دراسة المدلول الهيدرولوجي للخصائص المورفومترية للحوض بناءاً على مدلولات هيدرولوجية من دراسات سابقة وفقاً لنتائج الفصل السابق، ومن ثم دراسة بعض المتغيرات الهيدرولوجية المختارة وإيجاد العلاقة بينها وبين الخصائص المورفومترية للوصول إلى فهم أعمق للمدلول الهيدرولوجي لتلك الخصائص.

أولاً: بعض المدلولات الهيدرولوجية للخصائص المورفومترية

١- الخصائص المساحية والشكلية

مساحة الحوض Drainage area :

تعتبر مساحة الحوض من أهم الخواص المساحية المستخدمة كثيرا في النماذج الهيدرولوجية وتستخدم في حساب الكثير من المقاييس المهمة مثل كثافة التصريف ومنحنى التكامل الهيبسومتري للمساحة وغير ذلك (الحواس، ١٤٢٨هـ، ص٢٩). وان مساحة حوض التصريف تعد العامل الرئيس المحدد لكمية المياه المنصرفة في الحوض بشكل واضح إذا كانت جميع العوامل الأخرى ثابتة مثل الخصائص الليثولوجية للصخور والبنية الجيولوجية والغطاء النباتي والظروف المناخية وهذا يعني انه كلما زادت مساحة الحوض زادت كمية الأمطار التي يستقبلها (العقيل، ١٤٢٢هـ، ص١٢٣).

وترفد المساحات الحوضية أنهارها بالمياه الجارية والرواسب، وتوجد علاقة طردية بين المساحة الحوضية وكمية التصريف المائي والناتج الرسوبي للأنهار، إذ يزداد كلاً من التصريف المائي والناتج الرسوبي للأنهار مع تزايد المساحة والعكس صحيح، فكبر المساحة الحوضية يعني زيادة الأمطار وفي الغالب زيادة الفائض المائي مما ينتهي إلى زيادة في كمية التصريف المائي، كما أن كبر المساحة يعني امتدادها عبر أقاليم مناخية متنوعة مما يتبعه تباين في نوعية وفصلية وكمية التساقط فيها، وينطبق الشيء نفسه بالنسبة للناتج الرسوبي، فكميات التصريف المائي المرتفعة تنقل حمولة رسوبية تتناسب كمياتها طردياً والتصريف المائي (سلامة، ١٤٢٥هـ، ص١٧٣).

ومساحة حوض وادي يلملم بلغت ١٦٣٩كم٢ وهي مساحة كبيرة، ويعتبر بذلك من الأحواض الإقليمية لهذا فكمية المياه المنصرفة منه كبيرة، وإذا نظرنا إلى كمية الأمطار السنوية التي يستقبلها

الحوض في أعاليه إذ بلغ معدل المطر السنوي في محطة الشفا والتي تقع في أعالي مرتفعات وادي يلملم نحو ٢٧٠ملم يظهر أن الحوض يستقبل كميات كبيرة من المياه، وبزيادة ما يتلاقاه الحوض من المياه يزيد الجريان السطحي، وبالنظر إلى الأحواض الجزئية الكبيرة في الحوض وهي الحوضين رقم (٢ ، ٣) نجد أن نسبة التشعب فيمها هي اكبر النسب في الحوض وهي على التوالي (٤,٤٢ ، ٤,٣٥) فالأحواض الكبيرة تزيد فيها أعداد المجاري وبالتالي تزيد نسبة التشعب وذلك نتيجة لكبر كمية المياه التي تستقبلها وتصرفها.

ونجد أن حوض نهر الأمازون يصرف كميات من المياه اكبر من نهر النيل والذي يعتبر اكبر وأطول نهر في العالم وذلك لأن نهر الأمازون مساحة حوض تصريفه ٦,٩ مليون كم٢ والتي تشكل ٤٠٪ من مساحة قارة أمريكا الجنوبية، اكبر من مساحة حوض تصريف نهر النيل ٣,٤ مليون كم٢ (www.ar.wikipedia.org).

طول الحوض : Drainage Basin Length:

يبين هذا المقياس الخصائص التضاريسية للأحواض النهرية حيث يؤثر على سرعة الجريان والتسرب والتبخر والنتح، والكثير من الخصائص المورفومترية التي تعتمد في حسابها على هذا المقياس (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص٩٣).

وحوض وادي يلملم بلغ طوله ٨٠كم وهي مسافة طويلة إذا ما قورنت ببعض الأحواض الأخرى مثل حوض وادي ملكان ٧٨كم (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص٩٣) وأحواض أودية الحرم المكي الزاهر، إبراهيم، محسر، اللاحجة وهي على التوالي ٣٥ ، ٣٣ ، ١٣ ، ١٣كم (مرزا والبارودي، ١٤٢٦هـ، ص٢١٢)، ولهذا فان طول حوض وادي يلملم يؤثر على زمن التركيز في الحوض إذ أن المياه التي يستقبلها الحوض تأخذ وقتاً طويلاً للوصول إلى نقطة المصب وبالتالي فإنها ستصل قليلة وضعيفة بسبب ضياع جزء منها بالتبخر والآخر بالتسرب، ويتيح ذلك فرصة كبيرة لتغذية الخزان الجوفي في الحوض، وهذا يعني أن احتمال حدوث الفيضان قليل.

عرض الحوض Drainage Basin Width:

ويؤثر عرض الحوض على كمية التلقي من التساقط والجريان والتسرب وكذلك التبخر والنتح وكلما زاد عرض الحوض زاد ما يتلقاه من التساقط وبتالي زاد الجريان السطحي (محسوب، ١٩٩٧م، ص٢٥٩).

وبلغ عرض حوض وادي يلملم ٢٠كم، ويختلف عرض الحوض في أعلاه وأوسطه وأدناه، ففي أعلى الحوض يتسع الحوض أكثر من أوسطه وأدناه، وذلك بسبب نشاط عمليات التعرية والنحت الجانبي وزيادة عدد مجاري الرتبة الأولى نتيجة للكميات الكبيرة التي يتلقاها أعلي الحوض من الأمطار، وبسبب كبر عرض الحوض في أعلاه فان الحوض يتلقى كميات كبيرة من الأمطار مما يؤدي إلى زيادة الجريان السطحي في الحوض عقب موجة المطر.

شكل الحوض Factor index:

تفيد دراسة شكل الحوض في تفهم التطور الجيومورفولوجي له، والعمليات التي شكلته إلى جانب تفهم تأثيره على حجم التصريف النهري وبالتالي على تحديد درجات أخطار الفيضانات، ويتم قياس شكل الحوض من خلال مقارنته بالأشكال الهندسية الشائعة مثل الدائرة والمستطيل والمربع، وكذلك من خلال دراسة الشكل العام للحوض من حيث الاندماج أو الانبعاج، ومن خلال قياس النسبة بين طوله وعرضه مع الأخذ في الاعتبار إمكانية تطبيق مثل هذه الخصائص على الظاهرات الجيومورفولوجية الأخرى (محسوب، ١٩٩٧م، ص٢٠٧).

وقد يكون الحوض مثلثاً وله حالتان إما أن تكون قاعدته في المنابع ورأسه يمثل المصب أو العكس بان يكون رأسه في المنابع وقاعدته تمثل المصب، ففي الحالة الأولى إذا سقطت الأمطار على الحوض فإنها ستحتاج إلى وقت طويل لتصل إلى المصب وذلك لبعد المسيلات عن المصب، وفي الحالة الثانية فان المياه ستصل إلى المصب في وقت قصير، لأن المسيلات قريبة من المصب، وبذلك يصل التصريف إلى ذروته في وقت قصير (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص١٠٣).

وتكمن أهمية دراسة شكل الحوض في الوقوف على طبيعة الجريان فعلى سبيل المثال تشكل الأحواض المستطيلة عموماً تصنيفاً مائياً أكثر انتظاماً في توزيعه الزماني وتصبح قمة الفيضان اقل حدة

من الأحواض المستديرة الشكل ويرجع ذلك إلى تأخر وصول الجريان المائي في الأحواض المستطيلة إلى نقطة المصب وما تتعرض له من بخر تسرب (العقيل، ١٤٢٢هـ، ص١٤٠).

وبدراسة معامل الشكل نجد أن حوض وادي يلملم قد سجل قيمة منخفضة والتي تدل على الشكل المثلث للحوض والذي قاعدته في المنابع ورأسه في المصب، وهذا الشكل يسمح للجريان السطحي والقنوي أن يأخذ وقتاً أطول للوصول إلى المصب إذ تزيد أعداد المجاري في أعلى الحوض مما يسمح للمياه أن تتفرع وعندما تصل إلى المصب فإنها تصل مشتته وضعيفة مما يقلل من قمة الفيضان عند المصب، وهذا يسمح بتغذية الخزان الجوفي في وسط وأدنى الحوض لانخفاض انحدر المنطقة والتي تساعد على تقليل سرعة الجريان وإمكانية تسرب المياه، إذ أن وسط الحوض يتكون من إرسابات نهرية مكونة من الطمي والرمل والتي تسمح بتسرب المياه، ويستفيد منها سكان الوادي في الشرب وري المزارع، فأغلب المزارع تتواجد في وسط الحوض أكثر من أعلاه وأدناه فاعلاه عبارة عن جبال وأدناه رمال ساحلية.

وبالنسبة لإستطالة الحوض فقد بلغت ٠,٥٦ وتدل على أن الحوض يميل إلى الاستطالة والسبب في ذلك طبيعة المنطقة الانكسارية والتي تحد من انتشار المجاري عن طريق الحت الجانبي والذي يزيد من عرض الحوض، وتسمح أكثر بالنحت التراجعي والذي يزيد من طول الحوض أكثر من عرضه نظراً للتركيب الصخري الصلب للمنطقة فالمجرى يتخذ الصدع مجرى له فيعمل على تعميق مجراه أكثر من توسيعه لطبيعة صخور المنطقة الصلبة.

وإن الأحواض التي تخترق تكوينات جيولوجية مختلفة أو غير متجانسة أو مناطق تأثرت بعمليات الطي والتصدع تميل إلى أن تتخذ الشكل الطولي أكثر من الشكل الدائري، وبتالي فان الجريان السطحي للمياه في هذه الأحواض الطولية الشكل يستغرق مدة أطول للوصول إلى نقطة المصب، ويساعد ذلك في زيادة الفرصة في تغذية الخزان الجوفي، في حين أن الأحواض التي تميل إلى الشكل الدائري فان فرصة وصولها إلى المصب تكون في فترة زمنية اقصر، ومن ثم فان الشكل الطولي للحوض يزيد من احتمالات المياه الجوفية داخله لإرتفاع معدلات التسرب فيه (العقيل، ١٤٢٢هـ، ص١٤٥).

أما استدارة الحوض فقد بلغت ٠,٢٠ وهي نسبة منخفضة تدل على بعد شكل الحوض عن الشكل الدائري أي يميل إلى الاستطالة أكثر، وهذا يعني ضعف احتمال حدوث الفيضان في الحوض وذلك بعكس الأحواض المستديرة والتي تمتاز المجاري المائية فيها بقصر أطوالها وانحدار الشبكة المائية بصوره عامه وارتفاع تصريفها المائي مقارنة مع الأحواض المائية عالية الاستطالة، إذ يصل الجريان المائي إلى قمته أو حالة الفيضان خلال وقت قصير إثر حدوث قمة الأمطار وذلك على عكس الأحواض المستطيلة وهذا يعني وجود خطر فيضان بنسبة كبيرة جداً في الأحواض المستديرة إذ أن المياه تقطع وقتاً اقصر للوصول إلى نقطة المصب فلا تكون هناك فرصة للتسرب أو التبخر.

فلكل شكل من أشكال الأحواض سواء أكانت قريبة من الشكل الدائري أو كانت تميل الاستطالة دلالات تمكن الباحث من الحكم على تاريخها الجيومورفولوجي من جهة وعلى درجة تحكمها بسرعة الجريان وحدوث الفيضان من جهة أخرى كما أن الأحواض النهرية التي تتشابه في خصائصها الشكلية لابد وان تتماثل في خصائصها الجيومورفولوجية الأخرى لان مثل هذا التشابه لابد وان ينتج عن نفس العمليات الجيومورفولوجية، كما أن الاختلافات الشكلية للأحواض تؤثر بالتالي على المساحات المحصورة ضمن محيط هذه الأحواض وعلى كمية الجريان المائي فيها، وهكذا يمكن القول بان الاختلافات الشكلية للأحواض إنما ترجع إلى الاختلافات التي تميز بينها سواء كانت بنيوية أم مناخية (مرزا والبارودي، ١٤٢٦هـ، ٢٢٠).

٢- الخصائص التضاريسية

نسبة التضرس Relief ratio:

تؤدي زيادة التضرس ودرجة الانحدار إلى زيادة الكثافة التصريفية والتكرار وعمق المجاري والتصريف المائي والقوة الحتية والناتج الرسوبي للأنهار مما يحقق زيادة تابعة في وعورة السطح ومعدل التشعب والرتب النهرية (سلامة،١٤٢٥هـ، ص١٨٤)، وزيادة كثافة التصريف ترتبط دائماً بقمة فيضان عالية كما ذكر شورلي Chorley.

وحوض وادي يلملم لا ترتفع فيه نسبة التضرس إذ بلغت ٣١م/كم وهي قيمة منخفضة وذلك لكبر مساحة الحوض إذ تقل نسبة التضرس في الأحواض كبيرة المساحة والعكس، وتدل كذلك القيمة

المنخفضة على شدة النحت، وحوض وادي يلملم سوي اغلب تضاريسه في الحوض الأوسط والأدنى، بينما الحوض الأعلى يتميز بتضاريس معقدة إضافة إلى جانبي الحوض الأوسط، وهذا قلل من كثافة التصريف في الحوض وهذا يعني أن احتمال حدوث الفيضان قليل.

نسبة النسيج Texture topography:

ويختلف النسيج الطوبرغرافي للأحواض النهرية المختلفة بناء على عدة عوامل منها: درجة نفاذية الصخر للماء فالصخور الضيقة المسام والفلوق والمفاصل قليلة القابلية على تسرب المياه إلى ما تحت السطح ومن ثم تعظم كمية المياه الجارية على السطح فيؤدي إلى نشاط عمليات النحت وبالتالي تعدد القنوات وتكاثرها بسرعة ومن ثم نعومة النسيج الطوبوغرافي بالمناطق التي تغطيها هذه التكوينات أي الطين والطفل والطمى، والعكس إذا كانت قدرة الغطاء الصخري على تسرب المياه إلى ما تحت السطح كبيرة، فهذا يقلل من كمية الجريان السطحي وبالتالي يضعف القدرة على النحت وتكون النتيجة نسيج طوبوغرافي خشن كالحال في مناطق الرمال السائبه أو الحصباء أو الجلاميد.

إضافة إلى وجود غطاء نباتي أو عدمه عامل هام في تحديد درجة النسيج الطوبوغرافي، ومن ناحية أخرى يلعب الغطاء النباتي دور المنظم للجريان السطحي فيجعله أكثر تعقلاً، أي يعمل على توزيعه على فترات زمنية أطول وبالتالي يقلل من قدرة الماء الجاري على النحت واستحداث المجاري المائية لذلك تتميز مناطق الغطاءات النباتية الكثيفة من غابات وحشائش بنسيج خشن في بعض الحالات و العكس صحيح بمعنى أن الجهات الصحراوية القاحلة التي يقل أو ينعدم فيها الغطاء النباتي تحرم أسطحها عامل الحماية ولذا فهي أكثر تعرضا للنحت واستحداث المجاري عقب كل سيل حتى ولو كانت كمية الأمطار قليلة إلا أنها غالبا ما تتركز في زخات سريعة مفاجئة (بحيري، ١٣٩٩هـ، ص١٥٥).

وحوض وادي يلملم يتميز بنسيج ناعم اذ بلغت نسبة النسيج فيه ٢٥، فالحوض تكثر فيه التكوينات قليلة النفاذية مثل الطين والطمي والتي تتركز في المجاري الرئيسة مما يزيد من الجريان على السطح ونشاط عملية النحت، إضافة إلى عدم وجود غطاء نباتي كثيف في الحوض وهذا ما تتميز به أحواض الأودية الجافة، إلا انه تتركز بعض الشجيرات في وسط الحوض فقط مما لا يشكل حماية للحوض من النحت واستحداث مجاري، وهذا يعني أن الحوض لا يسمح بالتسرب للمياه كثيراً إلا

في الأحواض الجزئية الدنيا من الحوض والتي تتميز بنسيج خشن إضافة إلى قلة الإنحدار فيها، وان كان الحوض يتميز بنسيج طبوغرافي ناعم يؤدي إلى زيادة في الجريان السطحي وقلة التسرب إلا انه لا يعني أن هناك احتمال لحدوث فيضان لأنه هناك الكثير من العوامل الأخرى التي تقلل من احتمال حدوث الفيضان مثل طول الحوض وشكله وقلة كثافة التصريف وغيرها.

٣- الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف

نسبة التشعب Bifurcation ratio:

وتكمن أهمية قياس نسبة التشعب لحوض التصريف في إظهار حجم العلاقة بين حجم التصريف ومعدل التفرع للمجاري المائية فكلما قل معدل التفرع زاد خطر الفيضانات والسيول عقب سقوط الأمطار بكثافة في مناطق التجمع العليا (الدوعان، ١٤١٩هـ، ص٢٠). أي أن العلاقة بين نسبة التشعب وخطر الفيضان علاقة عكسية، وهذا يعني انه مع قلة التشعب في الأحواض فان مياه الأمطار تتجمع في مجاري قليلة ومحدودة وبتالي يزيد خطر الفيضان، بعكس ما إذا كانت نسبة التشعب كبيرة فان المياه تتوزع على الكثير من المجاري فتصل إلى المجرى الرئيس وهي مشتتة فيقل خطر فيضانها.

وحوض وادي يلملم بلغت نسبة تشعبه ٤,٣ وهي نسبة عالية تدل على شدة تقطع الحوض وكثرة المجاري وهذا يعني أن المياه تتوزع في مجاري كثيرة وتصل إلى المصب مشتته وضعيفة فلا تشكل خطر فيضان.

كثافة التصريف Drainage density :

يذكر شورلي (Chorley, 1985, p. 319) أن كثافة التصريف العالية تعني أن قليلاً من المياه تتسرب إلى الداخل ولذلك فان قمة الفيضان تتزايد بصورة واضحة مع ارتفاع كثافة التصريف، ويذكر (Leopolp, et al, 1978, p. 500) أن المناطق ذات كثافة التصريف العالية دائماً ترتبط مع قمم فيضانات عالية.

وبلغت كثافة التصريف في حوض وادي يلملم ٢,٥٧كم/كم٢ وهي نسبة منخفضة فالحوض لا يتميز بكثافة تصريف عالية لذلك فلا يوجد هناك احتمال حدوث فيضان، إذ أن الكثافة العالية تعني

أن الحوض يتلقى كميات كبيرة من الأمطار مما أدى إلى زيادة في أعداد المجاري وزيادة أعداد المجاري تعني زيادة في أطوالها وبالتالي ارتفاع كثافة التصريف ولهذا كثافة التصريف العالية ترتبط دائماً بقمة فيضان عالية.

معامل التعرج Sinuosity factor:

وتكمن أهمية إيجاد هذا المعامل في معرفة مدى انعطاف المجرى وما لذلك من تأثير على كمية المياه في المجرى، حيث انه كلما ازدادت درجة انعطاف الوادي ازدادت احتمالات التبخر والترشيح، بينما تقل هذه الاحتمالات عندما تنقص درجة الانعطاف، وذلك نتيجة سرعة الجريان، وبالتالي وصول المياه إلى منطقة المصب في فترة زمنية قصيرة (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص٣٠).

وصنفت مجاري حوض وادي يلملم بأنها مجاري انتقالية تبعاً لتصنيف شوم Schamm، أي أنها اقرب إلى الاستقامة من التعرج، إضافة إلى أن ٧٥٪ من الأحواض الجزئية صنفت على أنها ذات مجاري مستقيمة، وهذا يقلل من احتمالات التسرب و التبخر إذ أن المياه تجري في المجاري بسرعة لقلة تعرجها، وهذا يعني أن المياه تصل إلى المصب في فترة قصيرة وبتالي ترتفع احتمالات حدوث الفيضان إلا أن هناك عوامل أخرى تقلل من احتمال حدوث الفيضان في الحوض مثل طول الحوض وشكله وقلة كثافة التصريف وغير ذلك.

ثانياً: المتغيرات الهيدرولوجية

قد رأت الباحثة استعراض بعض المتغيرات الهيدرولوجية المختارة ومحاولة إيجاد العلاقة بينها وبين المتغيرات المورفومترية عن طريق تحليل العلاقات المكانية بينها في التوزيع من حيث التوافق وعدم التوافق، وبعد ذلك ستستخدم الباحثة معامل ارتباط سبيرمان للرتب ومعامل ارتباط بيرسون لوصف العلاقة الإحصائية بين هذه المتغيرات والتأكيد على المدلولات الهيدرولوجية السابقة الذكر ومحاولة إيجاد علاقات و مدلولات هيدرولوجية جديدة إن أمكن، أو تحديد متغير مورفومتري ذو علاقة أكيدة بحركة المياه السطحية في الحوض.

١ - **معدل مسافات الجريان السطحي** Overland flow distance:

هوحركة المياه السطحية في الأحواض المائية، ويشير الجريان السطحي إلى كل المياه التي تجري على سطح الأرض أو التي تتدفق في الجداول والقنوات و الأنهار، ويحدث عندما تتجاوز شدة المطر قدرة المجاري على استيعابه حيث تتركز كميات كبيرة من المياه في المجاري أو في جزء منها وتصبح سرعة جريان المياه عالية مما قد يسبب حدوث الفيضانات.

وتتوقف كمية الجريان السطحي على عدة عوامل ذكرها بحيري (١٣٩٩هـ، ص٩٤) من أهمها:

١ - مقدار تسرب الماء في التربة: فمن أهم العناصر التي تؤثر على كمية الجريان السطحي مدى ما يسمح به السطح من تسرب، فكل قطرة من الماء تجد طريقها إلى جوف الأرض تقتطع من المياه المتدفقة على السطح وتتوقف كمية المياه المتسربة على مدى مسامية السطح أو نفاذية الصخور، فمناطق التكوينات الرملية أو الحصوية لها قدرة كبيرة على تسرب الماء وبالتالي قد لا يوجد في بعض مناطق هذه الجهات جريان سطحي من أي نوع، وعلى النقيض من ذلك مناطق التربات الطينية ذات القوام الرقيق فإنها قلما تسمح بالتسرب إلا في أضيق حدود ومن ثم تعظم كمية المياه الجارية فوق سطحها، كذلك إن كانت مسام التربة مشبعة بالماء فان لأغشية الماء حول الحبيبات ضغط معين يحول دون الحركة الحرة للماء بينها، أما إذا كانت المسام واسعة كالحال بين الحبيبات الرملية فان هذا الضغط يقل باطراد تبعاً لسعة الفجوات والفراغات وعلية تبقى هذه الفجوات مفتوحة وتسمح بالتسرب في أي وقت.

٢ - كثافة الغطاء النباتي: فهو يؤثر عليه بطريقتين الأولى انه يعمل على ضياع كمية لا بأس بها من الماء الواصل إليه عن طريق النتح من الأوراق إضافة إلى ما يتبخر من التربة مباشرة وبذلك يتضح أن كمية الفاقد بفعل النتح والتبخر معاً كبير قد لا يعطي الفرصة لأي جريان سطحي بالصحراء وشبة الصحراء، والطريقة الثانية هي أن جذور النبات تعمل على تماسك حبات التربة كما تزيد طاقتها على امتصاص الماء فتختزنه لحين الحاجة، كذلك فإن المياه التي تجري فوق السطح ستعترضها سيقان النبات وتؤدي إلى بطء حركة الانسياب السطحي، وعند سقوط الأمطار يبقى قسم من قطرات المطر معلقاً

بأوراق النبات ويتساقط بعد ذلك على الأرض أو يتبخر جزء منه وبالتالي فان الحصيلة النهائية للغطاء النباتي في هذه الناحية هي تنظيم الجريان السطحي في تعقل وعلى فترات أطول بكميات اقل.

٣- كمية التساقط ونظم المطر: فبطبيعة الحال كلما زادت كمية التساقط كلما كان ذلك ادعى إلى وفرة المياه الجارية فوق السطح، أول الأمر تختفي قطرات المطر بسرعة بمجرد اصطدامها الأرض حيث تتشربها مسام التربة وفجوات الرواسب والصخور فلا ينساب منها فوق السطحي شيء قبل أن تتشبع هذه الفجوات وتمتلئ فإذا لم تكن كمية الأمطار من الوفرة ومدتها من الكفاية بدرجة توفر فائضاً يفوق سعة الفراغات لم يجر على السطح ماء، وكثير من أمطار الجهات الجافة وشبة الجافة من هذا النوع، ولكن الأمطار تكون فيها مفاجئة رغم ندرتها وتكون مصحوبة بفيضانات وسيول والسبب يرجع إلى تركيز المطر وانهماره في فترة زمنية قصيرة، وفضلاً عن جفاف التربة وانعدام الغطاء النباتي وكلها عوامل تهيئ الفرصة لقدر عظيم من التدفق فوق السطح فتمتلئ مجاري الأودية الجافة في لحظات، وهذا الجريان لا يدوم إلا فترة وجيزة مع كل عاصفة.

٤- الانحدار: يؤثر على الجريان السطحي فلكي يجري الماء على سطح الأرض لا بد أن يكون السطح مائلاً فكلما زاد الميل زادت سرعة التدفق، فالانحدار احد عنصري طاقة التيار والعنصر الآخر هو حجم أو كمية الماء، والسرعة مهمة في نحت السطح واكتساح الصخور واقتلاعها، ولكي تنحت المياه لابد أن تنحدر فتجري فوق السطح المنحدر، أما فوق الأسطح المستوية فتقل المجاري المائية بشكل ملحوظ، إذ تنصرف المياه إلى منخفضات محلية حيث تركد فتضيع بالتبخر أو التسرب.

أما مسافة الجريان السطحي فهي تلك المسافة التي تقطعها المياه على جوانب المنحدرات من أعلى المنحدر وحتى اقرب مجرى رئيس، وتحسب عن طريق قياس أطول مسافة متعامدة على المجرى من ابعد نقطة في المنحدر، وتعد مسافة الجريان السطحي معياراً مهماً في حساب الفقد المائي عن طريق الجريان إذ أن ذلك الفقد يتناسب مع المسافة التي يغطيها الجريان السطحي للماء ، كما أن مسافة الجريان السطحي لها علاقة مباشرة بمقدار تعرية السفوح والتربة، ولها ارتباط مباشر في حساب زمن التركيز (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص٢١٤). ومعدل مسافة الجريان السطحي تزيد مع قلة الانحدار وتقل مع زيادته.

وبتطبيق معدل مسافات الجريان السطحي على حوض وادي يلملم والأحواض الجزئية باستخدام برنامج WMS نجد أن معدل مسافات الجريان السطحي في وادي يلملم ١,٠٨كم (جدول رقم ٢٨) وهي قيمة متوسطة نسبياً مقارنةً ببعض الأحواض فقد بلغت في حوض وادي ملكان ٠,٧٦ كم (الحربي، ١٤٢٨هـ، ص ٢١٤)، وحوض وادي ذرى احد أحواض وادي الليث ٠,٣كم (الغامدي، ١٤٢٧هـ، ص٣٤)، وبالتالي فان هذه القيمة تدل على اعتدال مسافة الجريان السطحي وعدم تعرض الحوض لتعرية مؤثرة، إذ أن معدل مسافة الجريان السطحي هي مؤشر لقابلية تعرية التربة على السفوح وتلك القابلية تزيد مع قصر المسافة وتقل مع زيادتها.

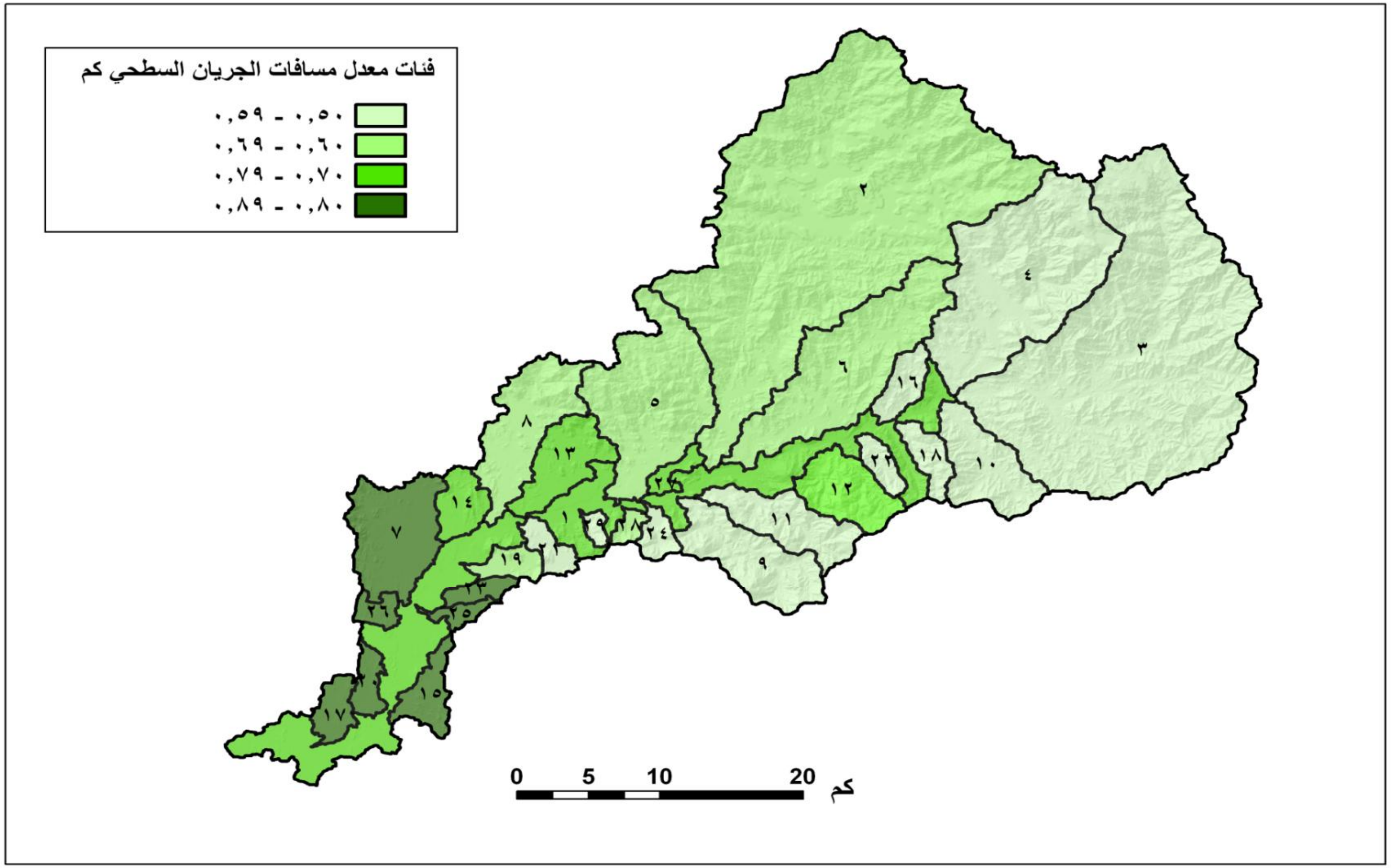
وبالنسبة للأحواض الجزئية فقد تباينت فيها معدلات مسافة الجريان السطحي، وقد سجل الحوض رقم (٢٥) أعلى معدل ٠,٨٦كم، بينما سجل الحوض رقم (١٨) أدنى معدل ٠,٥٥كم (شكل رقم ٣٢)

وقد تم تصنيف الأحواض إلى عدد من الفئات تمثل معدل مسافة الجريان السطحي كما هو مبين في الجدول رقم (٢٩)، حيث نجد أن ٣٨٪ من مجموع الأحواض الجزئية تتراوح معدلات مسافات الجريان السطحي فيها بين ٠,٥٠ – ٠,٥٩كم، وهي قيمة متوسطة نسبياً، وهي للأحواض التي معدلات الانحدار فيها عالية وبالنسبة للحوض فهي اقل معدلات مسافة الجريان، وهناك ٢٤٪ من مجموع الأحواض الجزئية تراوحت معدلات مسافات الجريان السطحي فيها بين ٠,٨٠ – ٠,٨٩كم، وهي قيمة أيضاً متوسطة وهذه الأحواض هي ذات انحدارات اقل من أحواض الفئة الأولى وبالتالي فان معدل مسافة الجريان السطحي تزيد، و٢١٪ من مجموع الأحواض الجزئية تراوحت معدلات مسافات الجريان السطحي فيها بين ٠,٦٠ – ٠,٦٩كم، وهي مسافة متوسطة كذلك ومعدلات الانحدار فيها اقل من انحدارات أحواض الفئة الأولى، وأخيراً فان ١٧٪ من مجموع الأحواض الجزئية تراوحت معدلات مسافات الجريان السطحي بين ٠,٧٠ – ٠,٧٩كم والانحدارات فيها اقل مما هي في الفئة السابقة، وبهذا نجد أن أكثر من ثلث الأحواض الجزئي في الحوض هي ذات معدلات مساقة جريان سطحي منخفضة بالنسبة لبقية الأحواض، ولكن عموماً فان معدلات مسافات الجريان السطحي في الحوض ككل وأحواضه الجزئية هي معدلات متوسطة وذلك لاعتدال الانحدار في الحوض ككل.

جدول رقم (٢٨) بعض الخصائص الهيدرولوجية لوادي يلملم وأحواضه الجزئية

الأحواض الجزئية	معدل مسافات الجريان السطحي كم	سرعة الجريان السطحي م/ث	زمن التركيز ساعة	معامل الفيضان	أقصى طول لمجرى كم	أقصى مسافة تدفق كم
١	٠,٧١	١,٥٠	٤,٣٧	١٣,٢٥	٨٥	٨٧
٢	٠,٦١	٠,٩٦	٤,١٤	١٢,٤٤	٥١,٥٨	٥٣,٣٣
٣	٠,٥٧	٠,٨٤	٣,٤١	١١,٥٧	٣٧,٢٩	٣٩,٠٨
٤	٠,٥٨	٠,٨٧	٢,٢٤	١٤,٠٢	٢٥,٤٥	٢٦,٨٨
٥	٠,٦١	٠,٩٣	٢	١٢,٦٤	٢٤,٣٢	٢٦,١٣
٦	٠,٦٢	١	٢,٢١	١١,٣٥	٢٨,٧٧	٣٠,١٨
٧	٠,٨٢	٠,٢٨	٣,٣٢	٢٧,٣٣	١٢,٣٦	١٣,٩٩
٨	٠,٦٢	٠,٧١	١,٨٠	١٤,٣٣	١٦,٦٠	١٨,٦٠
٩	٠,٥٥	١	١,٢٢	١٣,٩١	١٥,٨٨	١٧,٣٧
١٠	٠,٥٨	٠,٧٣	١,٢٢	١٣,٨٨	١١,٦٠	١٢,٩٩
١١	٠,٥٥	١,٠٢	١,٠٦	١٢,٨٠	١٤,٠١	١٥,٩٠
١٢	٠,٥٥	٠,٦١	٠,٩٨	١٢,٢٩	٧,٨٤	٩,٣٣
١٣	٠,٧٠	٠,٥٣	١,٧٣	١٣,٣٥	١١,٨٨	١٣,٠٧
١٤	٠,٧١	٠,٤٧	١,٣٦	١٥,٣٩	٨,٢٨	١١,٢٥
١٥	٠,٨٣	٠,٣٤	٢,٢١	١٣,٩٤	١٠,٠١	١٣,٦٦
١٦	٠,٥٩	٠,٧٧	٠,٧٥	١٣,٦٤	٧,٥٧	٨,٩٠
١٧	٠,٨٥	٠,١٤	٢,٣٨	١٤,٦٥	٤,٥٤	٧,٦١
١٨	٠,٨٥	٠,٨٣	٠,٦٧	١٠,٤٨	٧,٢٧	٨,٩٩
١٩	٠,٦٢	٠,٥٢	٠,٩٢	١٥,٩٦	٦,٢٨	٧,٧٨
٢٠	٠,٨٤	٠,٢٢	١,٨٥	١٣,٩٣	٥,٤٣	٧,٤٥
٢١	٠,٧٠	٠,٤٦	٠,٩٦	١٢,٣٢	٥,٨٠	٧,٨٠
٢٢	٠,٥٧	٠,٦٠	٠,٥٧	١٣,٢٣	٤,٤٧	٦,٣٥
٢٣	٠,٨٦	٠,١٠	٢,١٧	١٩,٥٤	٢,٩٦	٨,٧٠
٢٤	٠,٥٨	٠,٦٢	٠,٥٦	١٣,٢٥	٤,٥٢	٥,٨٩
٢٥	٠,٨٦	٠,٠٣	٣,٥٩	١٩	١,٧٣	٣,٥٧
٢٦	٠,٨٣	٠,٣٢	١,٢٧	١١,٨٤	٥,٣٥	٨,٧٠
٢٧	٠,٧١	٠,٤٢	١	١٧,٠٨	٥,٤٧	٧,١٥
٢٨	٠,٦١	٠,٣٩	٠,٤٦	١٥,٨٥	٢,٣٦	٣,٦٥
٢٩	٠,٥٩	٠,٤٣	٠,٣٨	١٥,٢٢	٢,١٤	٥,٤٣
وادي يلملم	١,٠٨	٠,٩٤	٨,٨٧	١٢,٣١	١٠٨,٤٦	١١١,٣٧

المصدر: الباحثة



شكل رقم (٣٢) فئات معدل مسافات الجريان السطحي في الأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٢٩) التوزيع التكراري لفئات معدل مسافة الجريان السطحي للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
٠,٥٠ – ٠,٥٩	١١	٣٧,٩٣٪	٣، ٤، ٩، ١٠، ١١، ٢١، ١٦، ١٨، ٢٢، ٢٤، ٢٩
٠,٦٠ – ٠,٦٩	٦	٢٠,٦٨٪	٢، ٥، ٦، ٨، ١٩، ٢٨
٠,٧٠ – ٠,٧٩	٥	١٧,٢٤٪	١، ١٢، ١٣، ١٤، ٢٧
٠,٨٠ – ٠,٨٩	٧	٢٤,١٣٪	٧، ١٥، ١٧، ٢٠، ٢٣، ٢٥، ٢٦
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

٢ - **سرعة الجريان السطحي** Overland flow speed::

هناك العديد من الطرق لقياس سرعة الجريان منها طريقة الطاحونة المائية، أو الرسم البياني لمقطع عرضي للحوض، أو الأجسام الطافية، أو الهدارات وغيرها كثير، ولكنها باستثناء طريق الرسم البياني للمقطع العرضي للحوض طرق مكلفة، وان استخدمت فإنها تستخدم في الأنهار دائمة الجريان والتي يمكن في أي وقت قياس سرعة الجريان فيها، بعكس أحواض الأودية الجافة والتي نادراً ما يحدث فيها جريان سطحي ولا يدوم إلا فترة قليلة جداً. إضافة إلى انه لا تتوفر في أحواض أودية المملكة أي أجهزة قياس هيدرومترية رغم أهميتها الكبيرة في الحد من مخاطر الفيضانات وان كانت نادرة الحدوث.

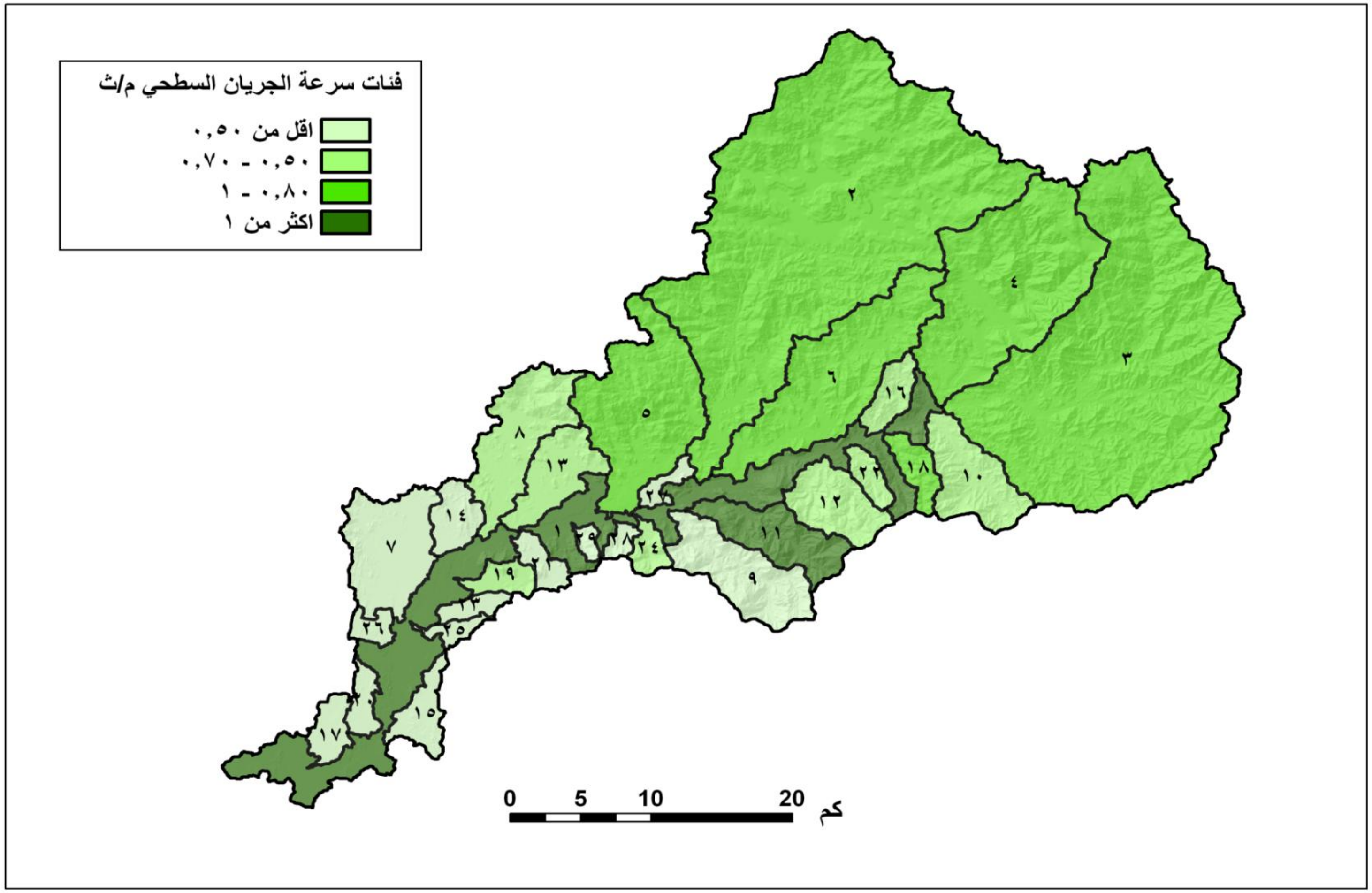
وباستخدام المعادلات التجريبية يمكن من خلالها الحصول على تقدير لأي من المتغيرات الهيدرولوجية. وهناك الكثير من المعادلات لحساب سرعة الجريان ومنها معادلة سرعة الجريان السطحي لجاتون Jaton والتي أوردها (مرزا و البارودي، ١٤٢٦هـ، ص٢٥٥)، وقد تم الحصول على سرعة الجريان السطحي باستخدامها.

وتعكس سرعة الجريان في الأحواض معدل الانحدار فيها فسرعة الجريان تزيد مع زيادة الانحدار والعكس، إذ تجري المياه جرياناً ثابتاً من المناطق المرتفعة إلى المنخفضة بفعل الجاذبية الأرضية وتتحد الجداول الصغيرة لتشكل جداول اكبر تنمو في الغالب إلى الأنهار ومع مرور الوقت تحمل الأنهار المياه إلى البحار والمحيطات لتكمل دورتها (درادكة، ١٩٩٩م، ص١١٠).

وبتطبيق معادلة سرعة الجريان فقد بلغت في حوض وادي يلملم ٠,٩٤ م/ث (جدول رقم ٢٨)، وهي قيمة عالية إذا ما قورنت بغيرها من الأحواض في نفس المنطقة مثل أحواض وادي إبراهيم ووادي محسر ووادي اللاحجة ووادي الزاهر وهي على التوالي ٠,٩٣ ، ٠,٧٥ ، ٠,٧٤ ، ٠,٧٠ م/ث، وهذه القيمة لحوض وادي يلملم تعكس معدل الانحدار فوق المتوسط تبعاً لتصنيف يونج Young إذا بلغ معدل الانحدار في الحوض ١٧,٤٧°.

وبالنسبة للأحواض الجزئية فان أعلى قيمة سجلها الحوض رقم (١) وأدنى قيمة سجلها الحوض رقم (٢٥) ٠,٠٣ م/ث إذ أن معدل الانحدار فيه ٠,٤٢° وهي درجة منخفضة جداً وبالتالي فان سرعة الجريان تقل كثيراً (شكل رقم ٣٣).

وقد تم تصنيف الأحواض إلى عدد من الفئات تمثل معدل مسافة الجريان السطحي، كما هو مبين في الجدول رقم (٣٠)، من الجدول نجد أن ٤١٪ من مجموع الأحواض الجزئية هي ذات سرعة منخفضة اقل من ٠,٥ م٣/ث وتشمل الأحواض ذات الانحدار خفيفة ومتوسطة حسب تصنيف يونج Young، لذلك فانه تقل فيها سرعة الجريان لان سرعة الجريان تقل مع قلة الانحدار وتزيد مع زيادته، أما الفئة الثانية فتمثل ٢٧,٥٨٪ من مجموع الأحواض الجزئية في الحوض وهي الأحواض التي تتمتع بانحدار اكبر من الفئة الأولى وتشمل الأحواض ذات الانحدار فوق المتوسط والقريبة من الانحدار الشديد، أما الفئة الثالث تمثل ٢٤٪ من مجموع الأحواض الجزئية وتشمل الأحواض ذات الإنحدار الشديد لذلك فان سرعة الجريان فيها اكبر، وتمثل آخر فئة الحوض رقم (١) وهو ذو انحدار خفيف



شكل رقم (٣٣) فئات سرعة الجريان السطحي للأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٣٠) التوزيع التكراري لفئات سرعة الجريان السطحي للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ٠,٥٠	١٢	٤١,٣٧٪	٧، ١٤، ١٥، ١٧، ٢٠، ٢١، ٢٣، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩
٠,٥٠ — ٠,٧٠	٨	٢٧,٥٨٪	٨، ١٠، ١٢، ١٣، ١٦، ١٩، ٢٢، ٢٤
٠,٨٠ — ١	٧	٢٤,١٣٪	٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٩، ١٨
أكثر من ١	٢	٦,٨٩٪	١، ١١
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

ولكنه يتشكل عند نهاية الحوض الأعلى ويشمل المجرى الرئيس ذو الرتبة السابعة والأخيرة للحوض وتتصف مجاريه بالاستقامة إذ بلغ معامل التعرج فيه ١,١ ، إضافة إلى طوله والذي بلغ ٥٧,٩٠كم، فبرغم من طوله فان سرعة الجريان تزيد فيه ولعل السبب في ذلك انه يتلقى جميع مياه المجاري بجميع رتبها وبتالي فان كمية الجريان السطحي تكون فيه عالية جداً مما تزيد من سرعة هذا الجريان، والحوض رقم (١١) وقد بلغ معدل انحداره ٢٥ ْ وهو ذو انحدار شديد، وتؤثر في سرعة الجريان قيمة وعورة السطح، وبمراجعة الانحدارات نجد الأحواض رقم (٩ ، ١١ ، ١٢) جميعها ذات انحدار ٢٥ ْ ولكن كانت سرعة الجريان في الحوض رقم ١١ أعلى منها وذلك لان قيمة الوعورة في الحوض رقم (١١) أعلى فهي على التوالي (٠,٧٥ ، ٢,٢٦ ، ٠,٧٤).

٣- زمن التركيز Concentration Time:

لتوضيح خاصية التركيز التي تعتبر من أهم خواص الجريان السطحي نفترض أن العاصفة المطرية المؤثرة على الوادي تسقط بشكل منتظم وفي هذه الحالة سوف يتركز الجريان في مخرج الحوض وسوف تكون ديمومة المطر المؤثر كافية طويلة، والمدة الزمنية التي يحتاجها الماء للوصول إلى مخرج الحوض من ابعد نقطة يسمى زمن التركيز.

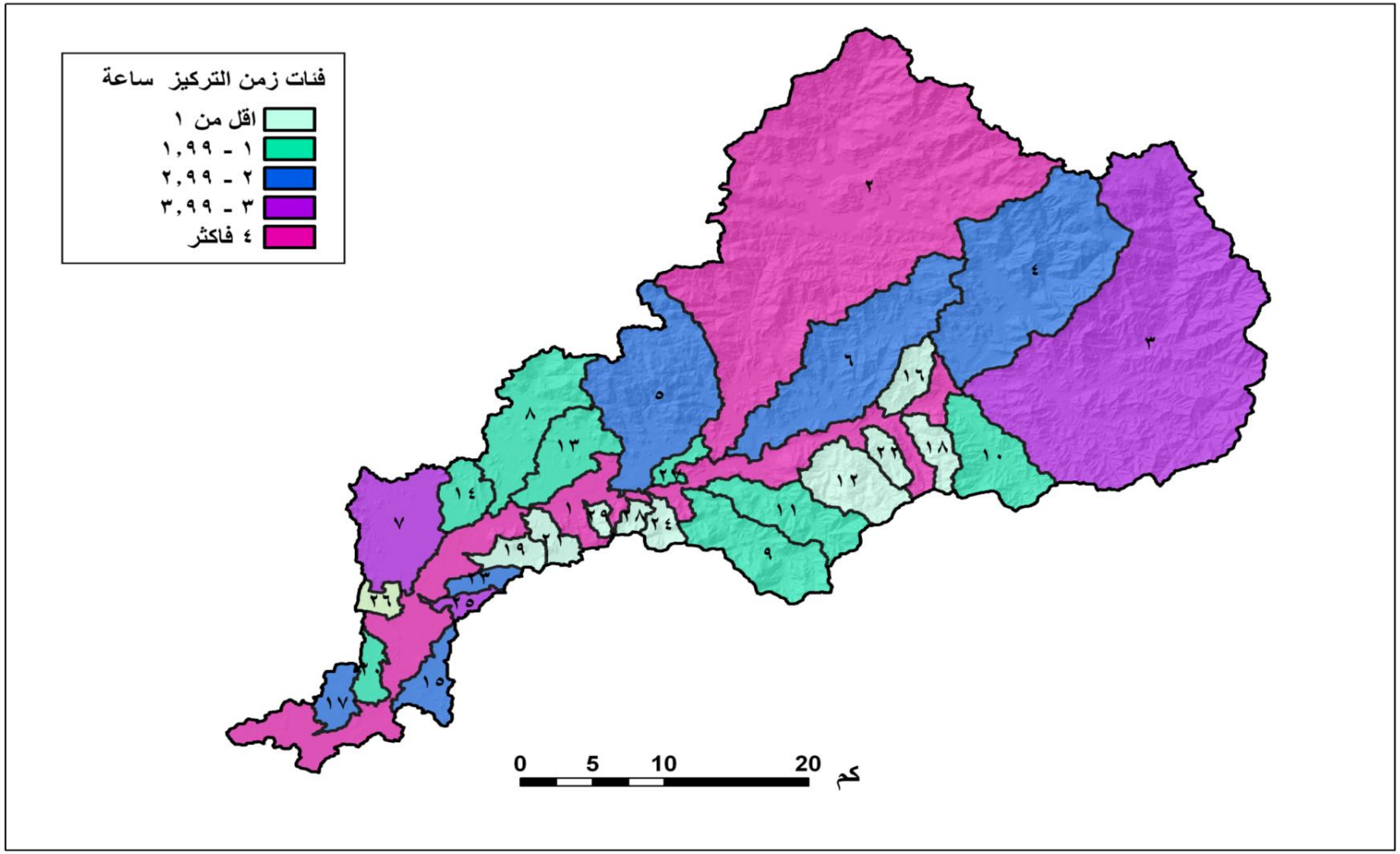
وهناك الكثير من المعادلات التجريبية التي تقيس زمن التركيز منها معادلة Kirpich (درادكة، ١٤٢٠هـ، ص١١٨) ولكنها تستعمل للأحواض الصغيرة فقط والتي تكون مساحتها ٢٠٠ أيكر وهو ما يعادل ٠,٨ كم ولهذا فلا يمكن استخدامها للحوض ككل وللأحواض الجزئية الكبيرة، وهناك معادلة أخرى لجاتون Jaton أوردها (مرزا والبارودي، ١٤٢٦هـ، ص٢٥٤)، وتم تطبيقها على أحواض أودية الحرم المكي، وقد تم الحصول على زمن التركيز باستخدامها.

ويقل زمن التركيز في الأحواض المستديرة ويزيد في الأحواض المستطيلة، إذ أن الأحواض المستديرة لقلة طولها فان المياه تصل إلى مخرج الحوض في وقت اقصر وبتالي فان قمة الفيضان تكون أسرع بعكس الأحواض المستطيلة والتي تتميز بطولها وبتالي فان المياه تحتاج إلى وقت أطول للوصول إلى مخرج الحوض وتصل ضعيفة لتعرضه لتبخر والتسرب.

وبتطبيق معادلة زمن التركيز لجاتون Jaton على حوض وادي يلملم فقد بلغ زمن التركيز ٨,٨٧ ساعات (جدول رقم ٢٨)، وهو وقت طويل لطول الحوض إذ بلغ طوله ٨٠,٨٤كم وبلغت نسبة الاستطالة في الحوض ٠,٥٦ وهي نسبة عالية تدل على الشكل المستطيل للحوض، وبتالي فان احتمال خطر فيضان في حوض وادي يلملم ضعيف لطول فترة زمن التركيز.

وبالنسبة للأحواض الجزئية فان أعلى فترة لزمن التركيز سجلها الحوض رقم (١) ٤,٣٧ ساعات واقل فترة سجلها الحوض رقم (٢٩) ٠,٣٨ ساعة (شكل رقم ٣٤).

وقد تم تصنيف الأحواض إلى عدد من الفئات تمثل زمن التركيز (شكل رقم ٣٢)، كما هو مبين في الجدول رقم (٣١).



شكل رقم (٣٤) فئات زمن التركيز للأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٣١) التوزيع التكراري لفئات زمن التركيز السطحي للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ١	٩	٣١,٠٧٪	١٢، ١٦، ١٨، ١٩، ٢١، ٢٢، ٢٤، ٢٨، ٢٩
١ – ١,٩٩	٩	٣١,٠٧٪	٨، ٩، ١٠، ١١، ١٣، ١٤، ٢٠، ٢٧
٢ – ٢,٩٩	٦	٢٠,٦٨٪	٤، ٥، ٦، ١٥، ١٧، ٢٣
٣ – ٣,٩٩	٣	١٠,٣٤٪	٣، ٧، ٢٥
٤ فأكثر	٢	٦,٨٩٪	١، ٢
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

ومن هذا الجدول يظهر لنا انه تتساوى نسبة الأحواض التي يقل زمن تركيزها عن ساعة والأحواض التي يتراوح زمن التركيز فيها بين الساعة والساعة والنصف إذ تمثل النسبة ٣١,٠٧٪ ، وبالنسبة للأحواض في الفئة الأولى فجميعها أحواض قصيرة ويتراوح طولها بين ٧ – ٣ كم، وهي أحواض صغيرة جداً وبالتالي فان زمن التركيز فيها يقل كثيراً. وفي الفئة الثانية فان زمن التركيز يزيد قليلاً لزيادة الطول في الأحواض إذ يتراوح بين ١٥ – ٩ كم، باستثناء الأحواض رقم (١٤ ، ٢٠، ٢٧) فطولها يقل عن ٩ كم وسبب زيادة زمن التركيز فيها قلة الانحدار لان قلة الانحدار تقلل من سرعة

الجريان وبالتالي يزيد زمن التركيز، وتتراوح معدلات الانحدار بين هذه الأحواض من ٧ ْ – ٢ ْ بينما بقية الأحواض في نفس الفئة من ٢٥ ْ – ١٣ ْ وزاد زمن التركيز فيها قليلاً لطول أحواضها أكثر من الفئة الأولى. أما الفئة الثالثة فيزيد فيها زمن التركيز لطولها إذ تتراوح أطوالها من ٢٢ – ١٧ كم باستثناء الأحواض رقم (١٥، ١٧، ٢٣) فأطوالها تتراوح من ٧ – ٥ كم، وسبب زيادة زمن التركيز فيها قلة انحدارها من ٣ ْ – ١,٤ ْ وهذا ما يفسر طول زمن التركيز فيها. و الفئة الرابعة تشمل على الأحواض رقم (٣، ٧، ٢٥) فالحوض رقم (٣) يزيد فيه زمن التركيز لاستطالته بينما الأحواض رقم (٧، ٢٥) فهي اقل طولاً وسبب زيادة زمن التركيز قلة انحدارهما (٤ ْ، ٠,٤ ْ) على التوالي. والفئة الأخيرة تمثل الحوضين رقم (١ ، ٢) ويزيد زمن التركيز فيمها لاستطالتهما أكثر من بقية الأحواض إذ بلغ طولهما ٥٧,٩٠ ، ٣٦,٣٩ كم.

٤ - معامل الفيضان Flood factor:

تؤثر الخصائص المورفومترية للأحواض بشكل كبير على خصائصها الهيدرولوجية فهي إما أن تزيد من سرعة حركة الماء في المجاري ومن ثم وصول الفيضان إلى نهاية الحوض أو إلى أي موقع على امتداد المجرى الرئيس لهذا الحوض أو أنها نعيق هذه الحركة (مرزا والبارودي، ١٤٢٦هـ، ص٢٥٢).

ويبين هذا المعامل قوة احتمالات حدوث الفيضانات من عدمها، وقد تم حساب معامل الفيضان عن طريق معادلة جاتون Jaton والتي أوردها (مرزا والبارودي، ١٤٢٦هـ، ص٢٥٣) وقد تم استخدامها للحصول على معامل الفيضان.

وقد ذكر شورلي Chorley أن كثافة التصريف العالية تعني أن قليلاً من المياه تتسرب إلى الداخل ولذلك فان قمة الفيضان تتزايد بصورة واضحة مع ارتفاع كثافة التصريف، كما ذكر ليبل Leopold أن المناطق ذات كثافة التصريف العالية دائماً ترتبط مع قمم فيضانات عالية، ولهذا فان معامل الفيضان يعتمد في حسابه على كثافة التصريف إضافة إلى تكرارية مجاري الرتبة الأولى والتي ترتفع فيها كثافة التصريف أكثر من بقية رتب الحوض.

وبتطبيق المعادلة على حوض وادي يلملم فقد بلغ معامل الفيضان فيه (جدول رقم ٢٨) وبمقارنة هذه القيمة مع بعض الأحواض في نفس المنطقة مثل أحواض أودية الحرم المكي (الزاهر، إبراهيم،

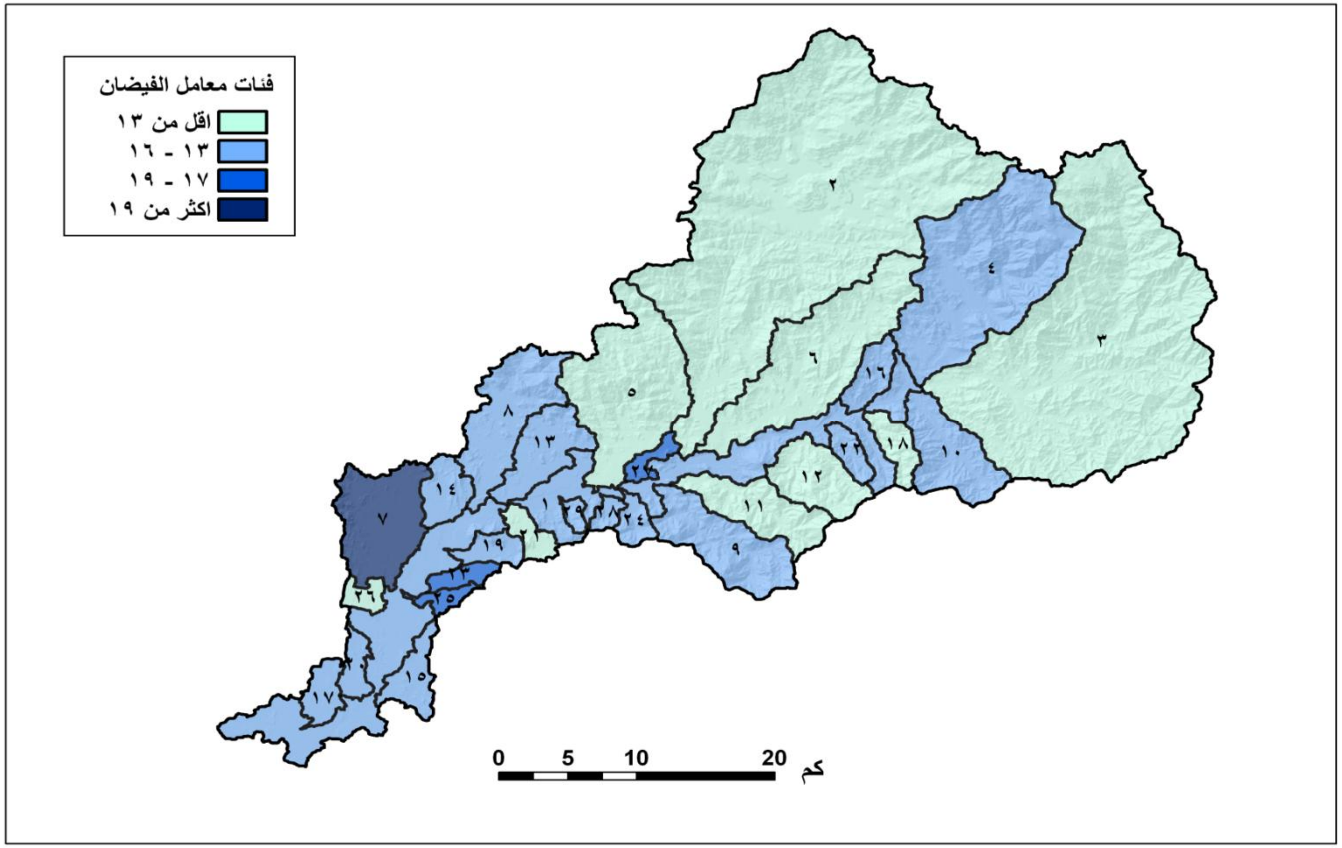
محسر، اللاحجة) وقد بلغ معامل الفيضان فيها على التوالي (١٨,٢ ، ١٤,٣ ، ١٣,٦ ، ١٨) نجد أن معامل الفيضان فيها أعلى من حوض وادي يلملم والسبب يعود لارتفاع تكرارية مجاري الرتبة الأولى في أحواض أودية الحرم المكي إذ بلغت على التوالي (٧,٧٥ ، ٦,٦ ، ٥,٩ ، ٧,٨) وبلغت تكرارية مجاري الرتبة الأولى لحوض وادي يلملم ٣,٧٨ فحوض وادي يلملم اكبر مساحة بكثير من أحواض أودية الحرم إذ تبلغ مساحة حوض وادي يلملم ١٦٣٩كم٢ بينما تتراوح مساحات أحواض أودية الحرم المكي بين ١٤٧ – ٥٤ كم٢ وتكرارية المجاري هي حاصل قسمة عدد المجاري على مساحة الحوض.

وبالنسبة للأحواض الجزئية فان أعلى قيمة لمعامل الفيضان سجلها الحوض رقم (٧)٢٧,٣٣، وهذا يعني أن احتمال حدوث الفيضان في الحوض عالي جداً، وقد قد سجل الحوض أعلى كثافة تصريف من بين الأحواض الجزئية إذ بلغت ٦,٥٢كم/كم٢، بينما تراوحت بين ٢ و٣ كم/كم٢ في بقية الأحواض، وأدنى قيمة سجلها الحوض رقم (١٨) ١٠,٤٨ والذي سجل اقل كثافة تصريف ٢,٤١كم/كم٢.

وقد تم تصنيف الأحواض إلى عدد من الفئات تمثل معامل الفيضان (شكل رقم ٣٥)، كما هو مبين في الجدول رقم (٣٢) ومن الجدول نجد أن أكثر من نصف الأحواض الجزئية ٥٥٪ يتراوح معامل الفيضان فيها من ١٣ – ١٦، وهي قيمة متوسطة، وهناك ٣١,٠٧٪ من مجموع الأحواض الجزئية يقل معامل الفيضان فيها عن ١٣، وهي قيمة منخفضة، وهناك ١٠,٣٤٪ فقط من مجموع الأحواض الجزئية يتراوح معامل الفيضان فيها بين ١٧ – ١٩، هي قيمة عالية، بينما هناك حوض واحد فقط بلغ معامل الفيضان فيه ٢٧ وهو الحوض رقم (٧) لارتفاع كثافة التصريف فيه.

٥ - قمة التدفق باستخدام طريقة تالبوت Peak Discharge use of Talbot method:

قمة التدفق أو قمة التصريف تفيد في تقدير كمية السيول التي من الممكن أن تشكل خطراً على سكان المنطقة أو أملاكهم، إضافة إلى انه يمكن أن نحدد من خلاله أي الأحواض الجزئية التي هي أكثر سرعة من غيرها في تحويل مياه الأمطار إلى مياه جارية سطحية، وتحديد أكثرها نشاطاً في تغذية المجرى الرئيس.



شكل رقم (٣٥) فئات معامل الفيضان للأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

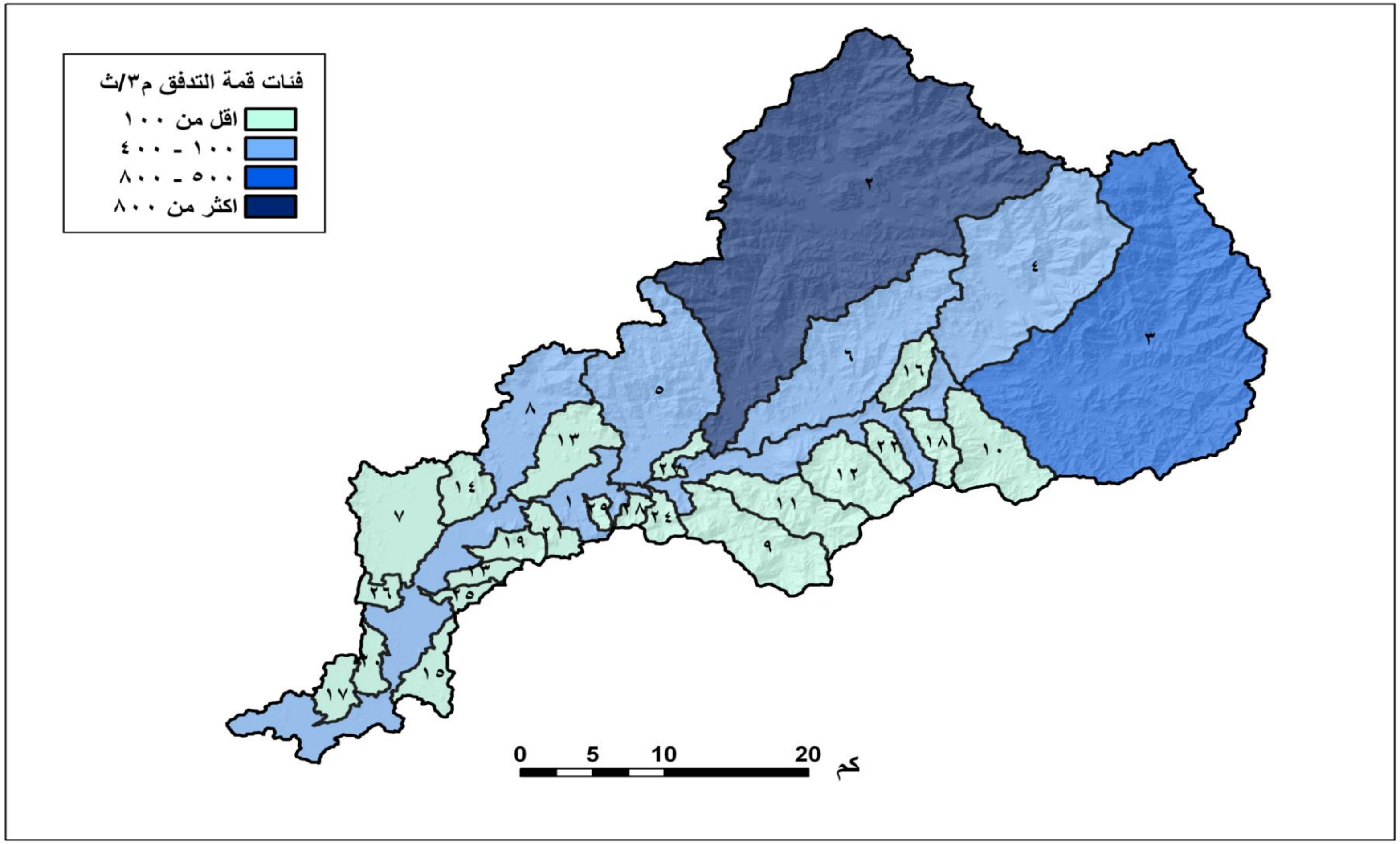
جدول رقم (٣٢) التوزيع التكراري لفئات معامل الفيضان للأحواض الجزئية

الفئات	التكرار	النسبة المئوية٪	الأحواض التي تمثلها
اقل من ١٣	٩	٣١,٠٧٪	٢، ٣، ٥، ٦، ١١، ١٢، ١٨، ٢١، ٢٦
١٣ – ١٦	١٦	٥٥,١٧٪	١، ٤، ٨، ٩، ١٠، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٩، ٢٠، ٢٢، ٢٤، ٢٨، ٢٩
١٧ – ١٩	٣	١٠,٣٤٪	٢٣، ٢٥، ٢٧
أكثر من ١٩	١	٣,٤٤٪	٧
المجموع	٢٩	١٠٠٪	٢٩

المصدر: الباحثة.

ويمكن تقدير قمة التدفق باستخدام المعادلات التجريبية في ظل غياب محطات القياس الهيدرومترية والتي تستطيع قياس الجريان السطحي أثناء السيول، وقد تم استخدام طريقة تالبوت Talbot لتقدير قمة التدفق عند مخرج الحوض من ضمن عدة معادلات تجريبية أخرى يمكن من خلالها تقدير قمة التدفق في الحوض، وقد قام كلاً من (Quraishi & Hassoun, 1416) بتعديل على طريقة تالبوت.

وبتطبيق المعادلة واستخدام فترة رجوع ٢٥ سنة كانت قيم قمة التدفق للحوض ككل، وللأحواض الجزئية (شكل رقم ٣٦)، كما هو مبين في الجدول رقم(٣٣).



شكل رقم (٣٦) فئات قمة التدفق للأحواض الجزئية

المصدر: الباحثة.

جدول رقم (٣٣) قمة التدفق في حوض وادي يلملم والأحواض الجزئية بطريقة تالبوت Talbot

الأحواض الجزئية	قمة التدفق م٣/ث
١	٤٧٩,٩١
٢	٢٠١٤,٧٥
٣	٧٩٤,٦٧
٤	٣١٣,٤٨
٥	١٨٠,٠٣
٦	١٩١,٧١
٧	٧٤,٩٠
٨	١٠٠,١٠
٩	٩١,٩٣
١٠	٩٠,١٢
١١	٧٨,٦٠
١٢	٧٤,٩٨
١٣	٥٥,٩٧
١٤	٢٧,٧٤
١٥	٢٠,٠١
١٦	٢٧,٢٤
١٧	٣,٣٥
١٨	٢٨,٨٥
١٩	٤,٨١
٢٠	٢,٦٩
٢١	٤,٦٣
٢٢	٤,٩٨
٢٣	٢,٠٩
٢٤	٤,٥٣
٢٥	١,٢٨
٢٦	٢,٧٥
٢٧	٢,٨٧
٢٨	٢,٨٤
٢٩	١,٩٧
وادي يلملم	٧٤٦٤,٦٠

ومن الجدول رقم (٣٣) يظهر أن ذروة التدفق في حوض وادي يلملم بلغت ٧٤٦٤,٦م٣/ث، ولهذا فان الحوض يصرف كميات كبيرة من المياه عند مخرجه، ونجد من الجدول أن أكثر الأحواض سرعة في تحويل مياه الأمطار إلى مياه جارية سطحية وأكثرها تغذية للمجرى الرئيس هي الأحواض رقم (٢ ، ٣، ٤) فهي اكبر الأحواض الجزئية مساحة، وذلك لأنه كلما زادت المساحة الحوضية للحوض زاد كمية ما يستقبله من مياه الأمطار وبتالي زيادة ما يصرف من المياه. وقيمة التدفق لها أهمية بجرف وتعرية التربة والى غيرها من العمليات الجيومورفولوجية التي تحدث في الحوض نتيجة لحركة المياه على السطح.

ثالثاً: التحليل الإحصائي للإرتباط بين المتغيرات المورفومترية والهيدرولوجية

وقد رأت الباحثة دراسة العلاقة بين بعض أهم المتغيرات المورفومترية والمتغيرات الهيدرولوجية وذلك في محاولة للوصول إلى فهم للعمل الهيدرولوجي في الحوض ولحركة المياه على السطح. وقد استخدمت الباحثة معامل ارتباط بيرسون Pearson للوصول إلى تلك العلاقة باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS10.0 كما هو موضح في الجدول رقم (٣٤)، حيث يظهر أن هناك علاقة عكسية قوية ٠,٩٥- بين معدل مسافة الجريان السطحي والانحدار وهذا يعني انه كلما زاد الانحدار قل معدل مسافة الجريان السطحي والعكس صحيح، فزيادة الانحدار تقلل المسافة التي تقطعها المياه من نقطة ما على خط تقسيم المياه إلى اقرب مجرى بشكل عامودي، ونلاحظ أيضاً أن هناك علاقة عكسية فوق المتوسطة ٠,٦٩- بين معدل مسافة الجريان السطحي ونسبة التضرس فزيادة نسبة التضرس تعني زيادة في الانحدار وبالتالي يقل معدل مسافة الجريان السطحي، وكذلك العلاقة بين معدل مسافة الجريان السطحي والتضاريس النسبية علاقة عكسية فوق المتوسطة ٠,٧١- وهي تعني ما تعنيه نسبة التضرس، فزيادة التضاريس النسبية تعني قصر مسافة الجريان السطحي والعكس، وهناك العلاقة بين معدل مسافة الجريان السطحي وقيمة الوعورة وهي علاقة عكسية متوسطة إذ بلغت ٠,٥٩- ، والعلاقة بين معدل مسافة الجريان السطحي وكثافة التصريف طردية ضعيفة، والعلاقة بين معدل مسافة الجريان السطحي وبين كلاً من المعدل العام لنسبة التشعب، معامل التعرج، مساحة الحوض، طول الحوض ونسبة الاستطالة والاستدارة عكسية ضعيف.

جدول (٣٤) التحليل الإحصائي لمعامل ارتباط بيرسون Pearson بين الخصائص المورفومترية والمتغيرات الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم

الخصائص الهيدرولوجية	معدل مسافة الجريان السطحي	سرعة الجريان	زمن التركيز	معامل الفيضان	قمة التدفق	أقصى مسافة تدفق	أقصى طول لمجرى
المساحة	٠,٢٥٠-	٠,٢٩٨	**٠,٦٨٢	٠,٢٣٤-	**٠,٩٣٧	**٠,٨٣٣	**٠,٨٤٧
الطول	٠,١٦٦-	**٠,٧٥٠	**٠,٧٣٠	٠,٢٢٢-	**٠,٦٧٦	*٠,٤٦٧	**٠,٥٠١
الاستطالة	٠,٠٦٩-	*٠,٣٨٧-	*٠,٤٣١	٠,٠٦٧	٠,١١٨-	٠,٠٢٧	٠,٠٠٤
الاستدارة	٠,٣٦١-	٠,٢٧٣-	**٠,٦٨٣-	٠,٠٢٤	٠,٢٦٢-	٠,١٠٩-	٠,١٢٧-
الانحدار	**٠,٩٥٦-	**٠,٦٣١	٠,٣٦٧-	**٠,٤٩٥-	٠,٢١٦	٠,٣٣٢	٠,٣٦٥
نسبة التضرس	**٠,٦٩٤-	٠.١٤٢	**٠,٦٣٢-	٠,١٩٨	٠,١١٥-	٠,١٥٠-	٠,١٣٤-
التضاريس النسبية	**٠,٧١٣-	٠,١٥٦	**٠,٦٦٦-	٠,٢١٥-	٠,١٤٥-	٠,١٦٧-	٠,١٥٤-
قيمة الوعورة	**٠,٥٩١-	**٠,٦٤٣	٠,١١٢	٠,٢٤٤-	*٠,٤١٩	*٠,٤٥٠	**٠,٤٧٣
كثافة التصريف	*٠,٣٨٦	٠,٣١٦-	٠,٢٨٦	**٠,٩٠٦	٠,١١٥	٠,١١٤-	٠,١١٥-
المعدل العام لنسبة التشعب	٠,٠٣٥-**	**٠,٦٠٨	*٠,٥٤٥	٠,٢٤٥	٠,٣٤٤	٠,١٥٤	٠,١٩١
معامل التعرج	٠,٢٥٠-	*٠,٣٨٠	**٠,٥٠٦	٠,١٥٨-	**٠,٦٣٦	**٠,٨٠٧	**٠,٨١٤

**** بدلالة معنوية ٠,٠٥ * بدلالة معنوية ٠,٠١**

المصدر: الباحثة.

وبالنسبة لسرعة الجريان السطحي فان العلاقة طردية قوية بنسبة ٠,٧٥ وهذا يعني أن سرعة الجريان تزيد بزيادة الطول وهذا ما يفسر زيادة سرعة الجريان السطحي في الحوض رقم (١) وهو أطول الأحواض الجزئية عن بقية الأحواض الأخرى إذ بلغت سرعة الجريان فيه ١,٥٠م/ث (جدول رقم ٢٩)، والسبب في ذلك انه بزيادة طول الحوض تكون المجاري أكثر استقامة وبتالي ليس هناك ما يعيق المياه الجارية من تعرج أو غيره فتزيد سرعتها إلى إن تصل إلى مخرج الحوض. ويظهر من الجدول كذلك علاقة سرعة الجريان بالانحدار علاقة طردية فوق المتوسطة بنسبة ٠,٦٣ وهذا يؤكد ما ذكر سالفاً أن سرعة الجريان تزيد مع زيادة الانحدار، والعلاقة بين سرعة الجريان وقيمة الوعورة علاقة طردية فوق المتوسطة بنسبة ٠,٦٤ وهي علاقة منطقية إذ أن قيمة الوعورة تدل على الانحدار والعكس فإذ زاد احدهما زاد الآخر، فزيادة الانحدار تعني زيادة قيمة الوعورة وبتالي زيادة سرعة الجريان. وتفسر هذه العلاقة زيادة سرعة الجريان في الحوض رقم (١١) والذي بلغ معدل انحداره ٢٥ ° مثل الحوضان رقم (٩ ، ١٢) إلا أن سرعة الجريان في الحوض رقم (١١) أعلى منهما والسبب في ذلك قيمة الوعورة والتي كانت أعلى في الحوض رقم (١١) من الحوضان رقم (٩ ، ١٢) (جدول رقم٣٠).

ونجد كذلك أن العلاقة بين سرعة الجريان والمعدل العام لنسبة التشعب علاقة طردية فوق المتوسطة بنسبة ٠,٦٠ ويفسر ذلك انه بدراسة العلاقة بين المعدل العام لنسبة التشعب وطول الحوض علاقة طردية قوية بنسبة ٠,٧٨ ، والعلاقة طردية قوية بين سرعة الجريان وطول الحوض فلهذا نجد أن هناك علاقة بين سرعة الجريان والمعدل العام لنسبة التشعب، ونجد كذلك أن العلاقة بين سرعة الجريان وكلاً من المساحة ونسبة التضرس والتضاريس النسبية ومعامل التعرج علاقة طردية ضعيفة، وبين كلاً من الاستطالة والاستدارة وكثافة التصريف علاقة عكسية ضعيفة.

وزمن التركيز نجد أن العلاقة بينه وبين مساحة الحوض طردية فوق المتوسطة بنسبة ٠,٦٨ وهي علاقة منطقية إذ أن زيادة مساحة الحوض تؤدي إلى زيادة زمن التركيز أي زيادة الفترة التي يحتاجها الماء للوصول من ابعد نقطة على خط تقسيم المياه إلى نقطة المصب، فالماء بعد سقوطه على خط تقسيم المياه يتوزع على المجاري والتي تزيد بزيادة مساحة الحوض. وكذلك العلاقة بين زمن التركيز وطول الحوض علاقة طردية قوية بنسبة ٠,٧٣ وهي علاقة منطقية كذلك إذ أن زيادة طول الحوض

تعني زيادة زمن التركيز أي طول المسافة التي يقطعها الماء للوصول إلى مخرج الحوض، وهناك علاقة عكسية فوق المتوسطة بنسبة ٠,٦٨- بين سرعة الجريان ونسبة الاستدارة وهذا يعني أن بزيادة نسبة الاستدارة يقل زمن التركيز والعكس، وهذا يؤكد ما ذكر سالفاً عن أن الأحواض المستديرة يقل فيها زمن التركيز وبالتالي فان المياه تصل إلى المصب في وقت قصير وهذا ما يزيد من احتمال حدوث الفيضان، وهذا بعكس الأحواض المستطيلة والتي يزيد فيها زمن التركيز وبالتالي فان المياه تصل إلى المخرج مشتتة وضعيفة ويقل احتمال حدوث الفيضان. وعلاقة زمن التركيز بنسبة التضرس والتضاريس النسبية علاقة عكسية فوق المتوسطة بنسبة ٠,٦٣- و ٠,٦٦- على التوالي، وهذا يعني انه كلما زاد تضرس الحوض قل زمن التركيز أي قلت الفترة التي يقطعها الماء للوصول إلى المخرج فتضرس الحوض يزيد من سرعة الجريان وبتالي قلة زمن التركيز والعكس. وعلاقة زمن التركيز بالمعدل العام لنسبة التشعب ومعامل التعرج علاقة طردية متوسطة بنسبة ٠,٥٤ و٠,٥٠ على التوالي وهذا يعني أن زيادة نسبة تشعب المجاري وتفرعها تؤدي إلى زيادة زمن التركيز وهي علاقة منطقية وكذلك العلاقة بين زمن التركيز ومعامل التعرج فزيادة تعرج المجاري تؤدي إلى زيادة زمن التركيز، ونجد أن العلاقة طردية ضعيفة بين كلاً من قيمة الوعورة وكثافة التصريف إذ أن قيمة الوعورة تعتمد في حسابها على كثافة التصريف.

ومعامل الفيضان نجد أن العلاقة بينه وبين كثافة التصريف طردية قوية بنسبة ٠,٩٠ وهذا يؤكد ما ذكره كلاً من شورلي Chorley وليبولد Leopold أن المناطق ذات كثافة التصريف العالية دائماً ترتبط مع قمم فيضانات عالية، فكثافة التصريف العالية تعني أن الحوض يتلقى كميات كبيرة من المياه وان نسبة قليلة جداً منها يتسرب إلى التربة لصلابة التكوينات الصخرية أو لعدم نفاذيتها وبتالي فان المياه عندما تسقط ستصل إلى المصب بكميات كبيرة دون أن يضيع منها الكثير وبتالي سيكون هناك احتمال خطر فيضان عن المخرج. وتطبيقاً لهذه المعادلة فان الحوض رقم (٧) والذي ترتفع فيه كثافة التصريف إلى ٦,٥٢ كم/كم٢، يعتبر أكثر الأحواض الجزئية خطراً في احتمال حدوث الفيضان، فلابد من عمل بعض الاحتياطات التي تقلل من فيضان المياه عند المخرج، مثل إنشاء السدود المناسبة لطبيعة الحوض والتي تقلل من سرعة تدفق المياه وبالتالي تعيق فيضانها، وهناك علاقة عكسية متوسطة بنسبة ٠,٤٩ بين معامل الفيضان والانحدار وهي علاقة منطقية إذ أن الفيضان يحدث في المناطق المنخفضة التي يقل فيها الجريان والتصريف ولا يمكن ان يحدث في المناطق المنحدرة أن المياه تتحرك من

المناطق المرتفعة إلى المنخفضة بفعل الجاذبية الأرضية. وعلاقة معامل الفيضان ببقية الخصائص المورفومترية وهي مساحة الحوض وطوله، التضاريس النسبية، قيمة الوعورة و معامل التعرج علاقة عكسية ضعيفة، وعلاقته مع كلاً من الاستطالة، الاستدارة، نسبة التضرس والمعدل العام لنسبة التشعب علاقة طردية ضعيفة.

وقمة التدفق نجد أن لها علاقة طردية قوية بنسبة ٠,٩٣ مع مساحة الحوض، وهذا يعني أنه كلما زادت مساحة الحوض كلما زاد كمية ما يتلقاه من الأمطار وبتالي زيادة ما ينصرف عند المخرج أي ارتفاع قيمة التدفق عند المخرج، وكذلك لها علاقة طردية فوق المتوسطة بنسبة ٠,٦٧ مع طول الحوض فزيادة طول الحوض تعني زيادة في المساحة وزيادة ما يتلقاه من الأمطار وبالتالي زيادة قمة التصريف عند المخرج، وهناك علاقة طردية فوق المتوسطة بين قمة التدفق ومعامل التعرج بنسبة ٠,٦٣ ، وتفسر هذه العلاقة بان معامل التعرج يزيد في أدنى الحوض مع قلة الانحدار وقمة التدفق تحدث في أدنى الحوض عند المخرج وهذا يعني انه مع زيادة التعرج تزيد قمة التدفق. ونجد أن علاقة قمة التدفق بنسبة الاستطالة، الاستدارة، نسبة التضرس والتضاريس النسبية علاقة عكسية ضعيفة، وعلاقتها بالانحدار، كثافة التصريف والمعدل العام لنسب التشعب علاقة طردية ضعيفة.

وأخيراً بالنسبة لأقصى مسافة تدفق وأقصى طول لمجرى فان لهما علاقات متشابه بالخصائص المورفومترية، فنجد أن علاقتهما بمساحة الحوض علاقة طردية قوية بنسبة ٠,٨٣ و٠,٨٤ على التوالي، فبزيادة مساحة الحوض تزيد أعداد المجاري وأطوالها وبالتالي تزيد أقصى مسافة للتدفق وأقصى طول لمجرى، وعلاقتهما بطول الحوض علاقة طردية متوسطة بنسبة ٠,٤٦ و٠,٥٠ على لتوالي وتعني انه بزيادة طول الحوض تزيد أقصى مسافة تدفق وأقصى طول لمجرى، ولهما كذلك علاقة طردية متوسطة مع قيمة الوعورة بنسبة ٠,٤٥ و ٠,٤٧ على التوالي، وقيمة الوعورة تدل على مدى تقطع الحوض وهي تعتمد في حسابها على كثافة التصريف، وكلما زاد تقطع الحوض دل ذلك على زيادة أطوال المجاري وبالتالي زيادة في أقصى مسافة للتدفق وأقصى طول لمجرى، ولهما أيضاً علاقة طردية قوية بنسبة ٠,٨٠ و ٠,٨١ على التوالي مع معامل التعرج وهي علاقة منطقية إذ أن أطوال المجاري تزيد بزيادة تعرجها فالمجاري المتعرجة أطول من المجاري المستقيمة. أما علاقتهما ببقية الخصائص

المورفومترية وهي الاستطالة، الانحدار والمعدل العام لنسبة التشعب فهي علاقات طردية ضعيفة، وبين كلاً من الاستدارة، نسبة التضرس، التضاريس النسبية وكثافة التصريف فهي علاقة عكسية ضعيفة.

الفصل الرابع

النتائج والتوصيات

النتائج

إن هذه الدراسة قدمت نموذجاً تطبيقياً لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص المورفومترية لحوض وادي يلملم للوصول إلى فهم لمدلولاتها الهيدرولوجية، إذ انه في العادة يتم استخلاص مدلولات جيومورفولوجية فقط من الخصائص المورفومترية ويغيب عن الكثير حالياً إمكانية الوصول إلى فهم للعمل الهيدرولوجي في الأحواض من خلال الخصائص المورفومترية، رغم انه من طور مورفومترية أحواض التصريف هم هيدرولوجيين أمثال هورتون Horton. وتعد بديلاً ناجحاً في استخلاص المدلولات الهيدرولوجية في ظل غياب القياسات الهيدرومترية.

وقد توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج وهي على النحو التالي:

١- تمكنت الدراسة من بناء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية لحوض وادي يلملم وأحواضه الجزئية من خلال مجموعة من برامج نظم المعلومات الجغرافية بالاعتماد على بيانات نماذج الارتفاعات الرقمية ٣٠م، وقد تم الحصول على جميع القيم للقياسات المورفومترية والهيدرولوجية للحوض وللأحواض الجزئية في آن واحد، إضافة إلى استخلاص شبكات التصريف، كما أُنجز العمل بسرعة فائقة وجهد اقل ودقة عالية مقارنة بالوسائل التقليدية.

٢- كما توصلت هذه الدراسة إلى نتائج متعلقة بمورفومترية حوض وادي يلملم إذ تبين:

أ- أن الحوض من الرتبة السابعة وفقاً لنظام سترالر Starhler، وأنه ذو مساحة كبيرة ١٦٣٩كم٢ فهو يعتبر من الأحواض الإقليمية، وانه يتكون من ٢٩ حوضاً جزئياً من الرتبة الرابعة إلى السابعة، وقد تباينت الأحواض الجزئية في خصائصها المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص الشبكة المورفومترية، لاختلاف التكوينات الجيولوجية في الحوض إضافة إلى اختلاف الظروف المناخية التي تؤثر على الحوض لامتداده الكبير.

ب- وقد تبين من خلال دراسة الخصائص المساحية والشكلية أن حوض وادي يلملم يميل إلى الاستطالة أكثر منه إلى الاستدارة، فقد بلغ عرض الحوض ٢٠كم وطوله ٨٠كم، فالعرض يمثل ربع الطول، كما بلغت نسبة الاستطالة في الحوض ٠,٥٦ ونسبة الاستدارة ٠,٢٠، وهذا يعني أن مياه

الأمطار تقطع مسافة طويلة للوصول إلى مخرج الحوض وتصل ضعيفة ومشتتة نتيجة للتبخر والتسرب وبالتالي تنخفض قمة الفيضان. وهذا ينطبق على الأحواض الجزئية التي يميل أغلبها إلى الاستطالة.

ج- إن حوض وادي يلملم يختلف في تضرسه من أعلاه إلى أسفله، فهو يتميز بتضرسه الشديد في أعلاه نتيجة لطبيعة البنية الجيولوجية، إذ يقع الحوض في منطقة انكسارية شديدة الوعورة، مما أدى إلى شدة انحداره في المنطقة العليا حيث وصل أعلى انحدار في الحوض (٧٦,١٤ ْ) في الحوض رقم (٣)، بينما تميز وسط الحوض بالاعتدال في التضرس والانحدار، أما أدنى الحوض فهو أكثر انبساطاً واقل تضرساً وانحداراً.

د- إن قرابة نصف مساحة الحوض تغطيه الانحدارات الشديدة (١٨,١ ْ — ٤٥ ْ) خاصة في أعلى الحوض، وبالنسبة للأحواض الجزئية فان نصفها تقريباً ذات انحدارات شديدة، والبقية ذات انحدارات شبه مستوية إلى متوسطة.

هـ- يتكون المجرى الرئيس في الحوض من الرتبة السابعة، والذي يتكون من التقاء مجرى الرتبة السادسة في حوض وادي الرنيفة رقم (٣) ومجرى الرتبة السادسة في حوض ووادي الحشاء رقم (٤)، وقد اشتمل الحوض على ٨٠١٢ مجرى وبطول مجاري بلغ ٤٢٢٣ كم.

و- إن العلاقة بين عدد المجاري والرتبة علاقة عكسية فعدد المجاري يقل مع زيادة الرتبة حتى تصل إلى مجرى واحد في آخر رتبة. والعلاقة بين معدل أطوال المجاري والرتب النهرية علاقة موجبة، فمعدل أطوال المجاري يزيد مع زيادة الرتبة.

ز- بلغت نسبة التشعب في حوض وادي يلملم ٤,٣ وهي نسبة معتدلة، وبلغت كثافة التصريف في حوض وادي يلملم ٢,٥٧ كم/كم٢ ، وهي نسبة منخفضة بسبب صلابة التكوينات الصخرية وكون المنطقة صدعية انكسارية شديدة الانحدار، والمجاري تتبع هذه الصدوع مما أدى إلى قصر أطوالها، كما تدل على أن الحوض لم يصل إلى مرحلة متقدمة في النشاط الحتي فما زال في قمة نشاطه الحتي ويظهر ذلك في الحوض الأعلى والذي يمثل ٥٠٪ من مساحة الحوض ككل إذ يزيد الحت الرأسي والجانبي لتوسيع الحوض وتسويته، وقد تباينت نسب كثافة التصريف في الأحواض الجزئية إذ بلغت أعلى نسبة في الحوض رقم (٧) بمقدار ٦,٥٢ كم/كم٢، وهي نسبة كبيرة جداً تدل على أن

الحوض وصل إلى مرحلة متقدمة من العمل الجيومورفولوجي مما أدى إلى زيادة في أعداد وأطوال المجاري في الحوض مقارنة بمساحته، فقد بلغت ٥٠كم٢ وأعداد مجاريه ٢٧٩مجرى وأطوالها ٣٢٧كم. كذلك فان تكرارية المجاري في الحوض بلغت ٤,٨٨ مجرى/كم٢، وهي نسبة منخفضة قليلاً إذا ما قورنت بغيرها من الأحواض، وذلك لكبر مساحة الحوض (١٦٣٩كم٢)، تكرارية المجاري في الحوض تؤكد ما أكدته كثافة التصريف وهو قلة أطوال المجاري في الحوض تقابلها قلة في أعدادها.

ح- يعتبر حوض وادي يلملم وفقاً لتصنيف شوم Schamm من الأحواض ذات المجاري الإنتقالية، وذلك للانحدار الشديد في الحوضين الأعلى والأوسط إضافة إلى قدرة الأودية على شق مجاريها باستقامة. وبالنسبة للأحواض الجزئية فان ٧٥٪ منها تصنف على أنها ذات مجاري مستقيمة وذلك لإستطالة الحوض وشدة انحداره.

ط- قطع الحوض شوطاً كبيراً في دورته التحاتية ومازال في قمة نشاطه ومازال كذلك أمامه شوطاً كبيراً آخر ليقطعه حتى يصل إلى نهاية دورته التحاتية ويقوم بتسوية جميع تضاريسه.

ي- هناك العديد من المدلولات الهيدرولوجية للخصائص المورفومترية المساحية، الشكلية، التضاريسية والخصائص المورفومترية لشبكة التصريف منها:

١- بلغ معدل مسافة الجريان السطحي في حوض وادي يلملم ١كم، وهي قيمة متوسطة نسبياً مقارنة ببعض الأحواض، وبالتالي فان هذه القيمة تدل على اعتدال مسافة الجريان السطحي وعدم تعرض الحوض لكميات كبيرة من التعرية، إذ أن معدل مسافة الجريان السطحي هو مؤشر لقابلية تعرية التربة على السفوح وتلك القابلية تزيد مع قصر المسافة وتقل مع زيادتها.

٢- بلغت سرعة الجريان في حوض وادي يلملم ٠,٩٤ م/ث، وهي قيمة عالية إذا ما قورنت بغيرها من الأحواض في نفس المنطقة، وهذه القيمة لحوض وادي يلملم هي انعكاس لمعدل انحدار الحوض والذي بلغ ١٧,٤٧°.

٣- بلغ زمن التركيز في حوض وادي يلملم ٨,٨٧ ساعات، وهو وقت طويل نتيجة لاستطالة الحوض، وعليه فان احتمال خطر فيضان في حوض وادي يلملم ضعيف لطول فترة زمن التركيز.

ن- بلغ معامل الفيضان في حوض وادي يلملم ١٢,٣١ وتنخفض القيمة لقلة تكرارية مجاري الرتبة الأولى إذ بلغت ٣,٧٨ والسبب كبر مساحة الحوض.

٤- بلغت قمة التدفق باستخدام طريقة تالبوت Talbot في حوض وادي يلملم ٧٤٦٤,٦م٣/ث، إذ أن حوض وادي يلملم من الأحواض الكبيرة جداً أو الإقليمية إذ تبلغ مساحته ١٦٣٩كم٢، ولهذا فان الحوض يصرف كميات كبيرة من المياه عند مخرجه.

ع- أن أكثر الأحواض سرعة في تحويل مياه الأمطار إلى مياه جارية سطحية وأكثرها تغذية للمجرى الرئيس هي الأحواض رقم (٢ و٣ و٤) فهي اكبر الأحواض الجزئية مساحة، وذلك لأنه كلما زادت المساحة الحوضية للحوض زاد كمية ما يستقبله من مياه الأمطار وبتالي زيادة ما يصرف من المياه.

ف- بدراسة العلاقة بين كلٍ من الخصائص المورفومترية والخصائص الهيدرولوجية توصلت الدراسة إلى فهم أعمق للمدلول الهيدرولوجي لخصائص المورفومترية، والتأكد من صحة هذه المدلولات، ومدى العلاقة بين الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية وذلك على النحو التالي:

- العلاقة عكسية قوية بين كلاً من معدل مسافة الجريان السطحي والانحدار، إذ يقل معدل مسافة الجريان السطحي بزيادة الانحدار.

- وقد توصلت الدراسة إلى علاقة موجبة قوية بين كلاً من سرعة الجريان وطول الحوض، حيث تزيد سرعة الجريان بزيادة طول الحوض، والسبب في ذلك انه بزيادة طول الحوض تكون المجاري أكثر استقامة وبالتالي ليس هناك ما يعيق المياه الجارية من تعرج أو غيره، فتزيد سرعتها إلى إن تصل إلى مخرج الحوض.

- ومن العلاقات القوية التي تم التوصل إليها أن هناك ارتباطاً موجباً قوياً بنسبة ٩٠٪ بين معامل الفيضان وكثافة التصريف، والتي تؤكد ما ذكره كلٌ من شورلي Chorley وليبولد Leopold أن كثافة التصريف العالية دائماً ترتبط مع قمم فيضان عالية.

- ومن العلاقات القوية أيضاً العلاقة بين قمة التدفق ومساحة الحوض، وهي علاقة طردية قوية، وهي تؤكد ما ذكر انه كلما زادت مساحة الحوض زاد ما يتلاقاه من الأمطار وزاد ما يصرفه عند مخرجه.

وبعد هذا العرض لأهم نتائج الدراسة فان الباحثة توصى بما يلي:

١- ضرورة الاتجاه بالدراسات الجيومورفولوجية عامة والمورفومترية خاصة إلى استخدام التقنيات الجغرافية الحديثة المتمثلة في نظم المعلومات الجغرافية وبياناتها والمتمثلة في نماذج الارتفاعات الرقمية والمرئيات الفضائية، كبديل ناجح وذو جدوى علمية كبيرة للطرق التقليدية.

٢- الإعتماد على الخصائص المورفومترية للوصول إلى المدلولات الهيدرولوجية في ظل غياب محطات القياس الهيدرومترية، إذ أن التحليل المورفومتري للأحواض الجافة يعد أحد أهم العناصر التي يعتمد عليها المخططون وغيرهم عند دراسة تأثير السيول والفيضانات على المنشآت الحيوية والزراعية لما لها من دلالات هيدرولوجية ترتبط بحركة المياه السطحية.

٣- كما توصي الدراسة بتنظيم التدفق في أسفل الأحواض رقم (٢ و٣ و٤) والتي هي من أكثر الأحواض الجزئية في تحويل مياه الأمطار إلى مياه سطحية وبتالي تغذية المجرى الرئيس، والحوض رقم (٧) والذي سجل أعلى كثافة تصريف ٦,٥كم/كم٢ وسجل كذلك أعلى قيمة لمعامل الفيضان ٢٧ وبالتالي ترتفع فيه احتمالات حدوث الفيضان، وذلك بإقامة عدد متتابع من الحواجز وبشكل متدرج والتي ستعمل على الحد من سرعة التدفق، إضافة إلى إقامة منطق تجميع للمياه بعد مخارج الأحواض الأكثر عرضة لإحتمال حدوث الفيضان أو التدفق تستقبل الفائض من المياه وهي تسمح كذلك بتغذية الخزان الجوفي. إضافة إلى إقامة السدود المناسبة للحوض مثل السدود الخرسانية والركامية والتي تنتشر في أحواض أودية الدرع العربي.

المراجع :

أولاً: المراجع العربية:

١- أبو العينين، حسن سيد احمد (١٩٧٦م)، أصول الجيومورفولوجيا: دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، مؤسسة الثقافة، الإسكندرية.

٢- آل سعود، مشاعل محمد سعود عبد الرحمن (١٤١٨هـ)، التحليل المورفومتري لشبكة التصريف المائي السطحي بحوض شعيب نساح، رسالة دكتوراه غير منشورة مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود،الرياض.

٣- بوروبة، محمد فضيا (١٤٢٠هـ)، المدلول الجيومورفولوجي للمتغيرات المورفومترية بالحوض الهيدروغرافي لوادي الرمال الكبير: التل الشرق- الجزائر، رسائل جغرافية،(٢٢٩) الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

٤- بوروبة، محمد فضيل (١٤٢٣هـ)، الخصائص المورفومترية لحوضي وادي عركان ووادي يخرف رافدي وادي بيش بالمملكة العربية السعودية: دراسة تطبيقية مقارنة، بحوث جغرافية (٣٥) الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.

٥- بحيري، صلاح الدين (١٩٧٩م)، أشكال الأرض، الطبعة الأولى، دار الفكر، دمشق.

٦- البلادي، عاتق بن غيث (____) معجم معالم الحجاز، الجزء العاشر، دار مكة للنشر والتوزيع.

٧- الجعيدي، فرحان حسين (١٤٢٦هـ)، استخدام صور الاستشعار عن بعد الرقمية عالية الوضوح المكاني لتحديد امتداد فيضانات السيول في سهل الخرج، بحوث جغرافية (٧١)، الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.

٨- الجعيدي، فرحان حسين (١٤٢٩هـ)، الخصائص الهيدرومورفومترية وخصائص السيول في أحواض السدود المقترحة على أودية علية في الخرج، بحوث جغرافية (٨٤) الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.

٩- جودة، حسين جودة (٢٠٠٤م)، معالم سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

١٠- الحواس، علي عساف (١٤٢٨هـــ)، توظيف تكاملي لتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد وتحليل الخصائص الهيدرومورفومترية لأحواض التصريف الصحراوي، بحوث جغرافية (١٨)، الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.

١١- الحربي، خالد مسلم معوض (١٤١٩هـــ)، مصادر المياه بمنطقة وادي الليث دراسة في جغرافية الموارد، رسالة ماجستير غير منشورة مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى، مكة المكرمة.

١٢- درادكة، خليفة عبد الحافظ (١٤٢٠هـــ)، هيدرولوجية المياه الجوفية ومبادئ في المياه السطحية، مطابع الفنار، عمان، الأردن.

١٣- الدوعان، محمود إبراهيم (١٤١٩هـــ)، أودية الحرم بالمدينة المنورة: دراسة مورفومترية، الندوة الجغرافية السادسة، جامعة الملك عبد العزيز، قسم الجغرافيا، جدة.

١٤- الدليمي، خلف حسين (٢٠٠١م)، الجيومورفولوجيا التطبيقية: علم شكل الأرض التطبيقي، الطبعة الأولى، الأهلية، عمان.

١٥- الدليمي، خلف حسين (١٤٢٥هـــ)، التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية، الطبعة الأولى، دار صفاء، عمان.

١٦- سباركس، ترجمة ليلى عثمان (١٩٧٨م)، الجيومورفولوجيا، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

١٧- سليم، محمد صبري محسوب (١٤٠٧هـــ)، مورفولوجية الأراضي بمنطقة أبها الحضرية من خلال الملاحظات والقياسات المورفومترية، الندوة الثالثة لأقسام الجغرافيا بجامعات المملكة، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، كلية العلوم الاجتماعية، الرياض.

١٨- سليم، محمد صبري محسوب (١٤٠٧هـــ)، دراسة جيومورفولوجية لبعض أحواض الأودية بهضبة نجد، مجلة الدارة، العدد الرابع، السنة الثالثة عشر، الرياض.

١٩- سلامة، حسن رمضان (١٩٨٠م) دراسات العلوم الإنسانية: التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات الجامعة الأردنية، مجلد (٧)، العدد الأول.

٢٠- سلامة، حسن رمضان (١٤٢٥هـ)، أصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الأولى، دار المسيرة، عمّان.
٢١- شعت، نعيم احمد، التركي، خالد بن إبراهيم (١٤١٤هـ) أساسيات الخرائط الجيولوجية، جامعة الملك سعود، عمادة شؤون المكتبات، الرياض.
٢٢- الشريف، عبد الرحمن صادق الشريف (١٤٢٧هـ) جغرافية المملكة العربية السعودية، الجزء الأول، دار المريخ للنشر، الرياض.
٢٣- صادق، علي (١٤٠٦هـ)، دراسة تحليلية جيومورفولوجية عن بعض أحواض التصريف في غرب سيناء، وسط شبة الجزيرة العربية، وغرب وادي النيل، الكتاب الجغرافي السنوي، العدد الثاني، ص ٤٥-٧٣.
٢٤- الصالح، محمد عبد الله (١٤١٢هـ)، بعض طرق قياس المتغيرات في أحواض التصريف، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
٢٥- الصالح، محمد عبد الله (١٤١٩هـ)، استخدام صور الماسح الموضوعي المحسنة والخرائط الطبوغرافية للتحليل المورفومتري لوادي عنان ووادي مزيرعة بوسط المملكة العربية السعودية، مجلة جامعة الملك سعود، مجلد (١١).
٢٦- الصالح، محمد عبد الله (١٤١٩هـ)، نماذج تطور الأشكال الأرضية، رسائل جغرافية (٢٢٦)، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
٢٧- الصبياني، على محمد (١٤٢٥هـ)، دراسة وتقييم المياه الجوفية في حوضي وادي يلملم ووادي أدام، منطقة مكة المكرمة، مركز الأمير سلطان لأبحاث البيئة والمياه والصحراء، المؤتمر الدولي للموارد المائية والبيئية والجافة ٢٠٠٤م، جامعة الملك سعود، الرياض.
٢٨- العقيل، هيا محمد صالح (١٤١٤هـ)، حوض وادي البرة دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية التربية للبنات، الرياض.
٢٩- العقيل، هيا محمد صالح (١٤٢١هـ)، جيومورفولوجية حوض وادي لحاء احد روافد حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية، رسالة دكتوراه غير منشورة مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية التربية للبنات ، الرياض.

٣٠- العريفي، فهد سليمان (١٤٢٥هـ)، التحليل الرقمي للمرئيات الفضائية لتحديد التغيرات المكانية والزمانية للخصائص السطحية لسبخات الداخلية في منطقتي القصيم وحائل، رسالة دكتوراه غير منشوره مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.

٣١- العرومي، يحيى احمد سعيد (٢٠٠٢م)، جيومورفولوجية أودية البيئات المدارية الجافة دراسة تطبيقية لحوض تبن بالجمهورية اليمنية، رسالة دكتوراه غير منشورة مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الخرطوم، السودان.

٣٢- الغامدي، سعد سعيد أبو راس (١٤٢٥هـ)، استخلاص شبكة التصريف السطحي للمياه باستعمال المعالجة الآلية لبيانات الأقمار الصناعية: دراسة على منطقة جبل نعمان، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية، مجلد ١٦، العدد ٢، ص ٢٨٧-٣١٦.

٣٣- الغامدي، سعد سعيد أبو راس (١٤٢٧هـ)، توظيف نظم المعلومات الجغرافية في استخراج بعض القياسات المورفومترية من نماذج الارتفاعات الرقمية دراسة حالة وادي ذرى في المملكة العربية السعودية، ٣١٧، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

٣٤- القاسم، ليلى عبد العزيز عمر (١٤١٣هـ)، جيومورفولوجية المنطقة الواقعة بين الرياض والخرج "حوض وادي السلى وجبل الهيت، رسالة دكتوراه غير منشورة مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية التربية للبنات، الرياض.

٣٥- القرشي، آمنه ضيف الله (١٤١٨هـ)، حوض وادي وج بمنطقة الطائف دراسة في الجغرافيا الطبيعية، رسالة ماجستير غير منشورة مقدمة لقسم الجغرافيا، كلية التربية للبنات، جدة.

٣٦- مرزا، معراج نواب، البارودي، محمد سعيد (١٤٢٦هـ) السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية، عدد خاص بمناسبة اختيار مكة المكرمة عاصمة للثقافة الإسلامية لعام ١٤٢٦هـ.

٣٧- محسوب، محمد صبري (١٩٩٧م)، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، الطبعة الخامسة، دار الفكر العربي، القاهرة.

٣٨- الوليعي، عبد الله بن ناصر (١٤١٧هـ)، جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية – أشكال سطح الأرض - ، مؤسسة الممتاز للطباعة والتجليد، الرياض.

٣٩- الوليعي، عبد الله بن ناصر (١٩٩٢) تعرج الأنهار والأودية: دراسة جيومورفولوجية تطبيقية لبعض الأودية الجافة في المملكة العربية السعودية، بحوث جغرافية، (١٢)، الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.

الإحصاءات:

١- مصلحة الإحصاءات العامة (١٤٢٥هـ) نتائج تفصيلية التعداد العام للسكان والمساكن لعام ١٤٢٥هـ (٢٠٠٤م) منطقة مكة المكرمة، وزارة الاقتصاد والتخطيط، المملكة العربية السعودية.

الخرائط:

١- الخرائط الطبوغرافية، مقياس ٥٠٠٠٠:١ (١٤١١هـ) اللوحات رقم لملم (٤٤-٤٠٢٠)، بئر دام (١١-٣٩٢٠)، بني دعد (٣٣-٤٠٢١)، الشفا (٣٢-٤٠٢١)، السعدية (١٢-٣٩٢٠)، المجيرمة (٢١-٣٩٢٠)، الرنيفة (٤١-٤٠٢٠)، وزارة البترول والثروة المعدنية، الرياض، المملكة العربية السعودية.

٢- الخريطة الطبوغرافية، مقياس ٥٠٠٠٠٠:١ (١٤١١هـ) لوحة رقم (NF37-SE)، وزارة البترول والثروة المعدنية، الرياض، المملكة العربية السعودية.

٣- الخريطة الجيولوجية، مقياس ١ :٢٥٠٠٠٠، لوحة (٢٠د)، مربع الليث، وزارة البترول والثروة المعدنية، الرياض، المملكة العربية السعودية.

ثالثاً: المراجع غير العربية:

1- Bayumi,T. (2008) Quantitative Groundwater Resources Evaluation in the Lower Part of Yalamlam Basin, Makkah Al Mukarramah, Western Saudi Arabia. pp:35-56.

2- Chorley, R., S. Shumm, and D. Sugden, (1985), Geomorphology, Methuen Inc., NY, USA.

3- Gregory, K.J., & Walling, D.E. (1976) " Drainage Net Works and Climate " In E Derby shire (ed) Geomorphology and climate, London.

4- Lea, N. (1992) An Aspect Driven Kinematic Routing Algorithm, in " Overland Fow: Hydraulics and Erosion Mechanics, (Eds) M. Anderson, Jhon Wiley.USA.

5- Leopold, L.B., Wolman, M.G., &, Miller.J.P., (1964) Fluvial Processes in Geomorphology, Freeman & Co., London.

6- Quraishi, A and Hassoun, S. (1996) Use of Talbot Formula for Estimating Peak Discharge in Saudi Arabia, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia. pp.73-85

7- Subyani, M. and Bayumi, H. (2001) Physiographical and Hydrological Analysis of Yalamlam Basin, Makkah Al-Mukarramah Area. 13, pp. 151-177.

8- Tarboton, D., (1997), A New Method for the Determination of Flow Directions and Upslope Areas in Grid Digital Elevation Models, Water Resources Research, 33(2): 309-319.

9- Young, A., (1978). Slopes, Longman Inc. New York. USA.

المراجع على شبكة الانترنت:

1- www.makkah.gov.sa

2- www.ar.wikipedia.org

3- www.wikimapia.org

الملحق

بعض المظاهر الحضرية في وادي يلملم من تصوير الباحثة



فرع أمارة مكة المكرمة مركز يلملم



مدرسة السعدية



مدرسة قرية عواها



قرية يلملم



مدخل قرية عواها

النبات الطبيعي في الحوض والذي يغلب عليه نبات الأراك Salvadora Persica الذي تشتهر به المنطقة من تصوير الباحثة







صورة فضائية للمجرى الأوسط في حوض وادي يلملم







صورة فضائية للمجرى الأوسط في حوض وادي يلملم

المصدر: www.wikimapia.org



صورة فضائية توضح كثافة النبات الطبيعي في وسط الحوض

المصدر: www.wikimapia.org



صورة فضائية توضح بعض المزارع في جنوب الحوض

المصدر: www.wikimapia.org

Ministry of Higher Education
University of Umm Al-Qura
College of Social Sciences
Department of Geography

Application Cerographic information systems to Constructive Base Data to Characteristics Morphmetric and Hydrologic Meaning in Yalamlam Basin

A thesis Submitted to the Department of Geography in Partial Fulfillment of Requirements for the Master Degree in Geography

By

Amnah Ahmad Mahamad Elaji

Supervised by

Dr. Saad Abouras Al-Ghamdi

June 2010